ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1952.

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT CAQUOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Henri Hartmann nous a quittés et la cérémonie funèbre de vendredi dernier, où ses collègues et ses amis rappelèrent ses hautes qualités d'esprit et de cœur, a été empreinte de cette grandeur simple qui fut la caractéristique de sa vie.

Notre confrère, Léon Binet, a exprimé notre douleur, rappelé son action scientifique et les bienfaits qui en découlent, motivant la reconnaissance de toute la Nation.

On reste confondu devant l'ampleur des travaux de Henri Hartmann, devant cette activité puissante, méthodique et ordonnée dans toute sa carrière. Il semble qu'aucun incident n'ait pris au dépourvu son exceptionnelle puissance d'observation. Les tragiques événements que la Nation a vécus redoublent son activité charitable auprès de nos blessés; le développement du cancer, à la suite de la maîtrise graduelle des maladies contagieuses connues, retient son attention et le conduit, par des observations minutieuses, à étendre suffisamment le champ opératoire pour multiplier les chances de guérison.

Pour comprendre les raisons profondes d'une telle vie, entièrement consacrée au soulagement des misères humaines, il faut se reporter à la formation de l'homme, dans son milieu familial, puis dans l'ensemble des études qui façonnèrent son esprit.

Né à Paris en 1860, il appartenait à une de ces nombreuses familles alsaciennes qui ressentirent, d'une façon si profonde, les malheurs de 1870

et qui, dans un travail opiniâtre, voulurent rendre à notre pays sa puissance et son prestige.

Pendant toute son existence, il fut soutenu par son milieu familial et l'influence de ce cadre aimable et reposant dû à l'affection de M[me] Hartmann fut rappelé par tous ses élèves et ses amis.

Sa perte fut la plus grande douleur de sa vie.

Quand il forma son esprit aux leçons de l'Université, la Science médicale française était dans toute sa gloire grâce aux travaux de Pasteur.

En 1878, celui-ci définissait sa doctrine dans ses fameux conseils aux chirurgiens et Henri Hartmann était, à cette époque, étudiant à la Faculté de Médecine de Paris.

Alors que ce dernier venait de réussir l'internat en 1881, Pasteur mettait au point la dernière partie de son œuvre, par la conception des vaccins et réalisait, cette année-là, le vaccin du charbon, l'année suivante celui du rouget et, enfin, en 1885, celui qui eut un retentissement si profond dans le monde, le vaccin de la rage.

Ainsi, dans cette époque du travail intense de l'internat, Hartmann était entouré par ce milieu savant enflammé par les successives découvertes du grand Français.

L'influence fut triple. D'une part, Hartmann y acquit cette confiance dans la méthode scientifique, suivie avec rigueur, et ne donnant ses conclusions qu'après avoir, par les expériences multipliées, défini les relations de cause à effet.

D'autre part, le chirurgien disposant d'une méthode sûre pour éviter les accidents microbiens, un champ nouveau, presque indéfini, était ouvert à son action.

Enfin, le clinicien pouvait, par la méthode pastorienne, déterminer l'évolution ultérieure probable de l'organe qui faisait l'objet de l'intervention.

Hartmann, aide d'anatomie en 1884, prosecteur en 1886, chirurgien des hôpitaux en 1892 se trouvait donc en pleine possession de ses moyens, quand les théories pastoriennes permirent un développement presque indéfini de l'acte chirurgical.

Hartmann fut l'homme d'action, à la fois audacieux et prudent, l'observateur précis et perspicace, le savant consciencieux qui devait, sans retard, mettre en œuvre toutes les nouvelles possibilités. Son rayonnement en fit un chef d'école aimé et suivi par de nombreux disciples dont beaucoup devinrent des maîtres.

C'est Hartmann lui-même qui va définir sa pensée de chef d'école vis-à-vis de ses élèves, ce qui nous permet de comprendre sa propre action.

« Mon rôle, dit-il, était de chercher à leur donner un esprit scientifique, à les faire travailler personnellement, les obligeant à prendre des obser-

vations précises, notant exactement des faits et s'abstenant de toute interprétation. »

Agrégé à la Faculté de Médecine en 1895, il professa de longues années à partir de 1909, entouré du respect et de l'affection de ses élèves.

Son activité surprenante était un modèle pour tous. En dehors de ses nombreux travaux pour l'enseignement didactique et de multiples articles de revue, Hartmann laisse une œuvre écrite originale considérable. Signalons spécialement les huit volumes qui concernent ses propres travaux de chirurgie anatomoclinique. Le premier traite des voies urinaires et de l'estomac, le deuxième des voies urinaires et du testicule, le troisième de l'intestin, le quatrième de l'appareil urinaire, le cinquième des voies biliaires, le sixième de l'estomac, le septième de l'estomac et du duodénum, le huitième de la chirurgie du rectum. Cette sèche énumération donne une vue encore incomplète de son activité.

Il a été le premier à pratiquer certaines des opérations décrites et sa technique est alors devenue classique parce qu'elle donne au malade la plus grande sécurité post-opératoire.

Hartmann revient fréquemment dans ses écrits et dans son enseignement sur l'anatomie pathologique.

Par ce fait même qu'il doit intervenir, le chirurgien trouve l'organe en voie de transformation. Pendant cette évolution, certains éléments ont subi, en forme et en structure, une modification irréversible, tandis que d'autres tissus sont susceptibles de se régénérer spontanément si le milieu créé par l'opération leur est favorable. La zone opératoire doit donc suivre sensiblement la frontière de ces deux catégories de tissus, en s'étendant toutefois dans le domaine des éléments susceptibles de régénération, afin d'assurer la guérison par l'enlèvement intégral des autres tissus dont la transformation est définitive.

Toujours avec ce même souci de connaître l'évolution post-opératoire, Hartmann recourt à l'expérience directe. Il en fut ainsi pour la chirurgie de l'estomac contrôlée par l'expérimentation sur le Chien, dans le laboratoire de Charles Richet, expérimentation à laquelle assista notre confrère Léon Binet.

Étudiant toujours avec soin les tissus du champ opératoire, Hartmann pouvait suivre et comprendre les symptômes dans la convalescence et accélérer la guérison.

Ainsi, il différencie l'un des premiers les tumeurs de même forme, mais d'origines très différentes, comme les tuberculeuses et les cancéreuses. Il en montra la complète indépendance allant jusqu'à la possibilité de la coexistence.

C'est pourquoi, parlant au nom de notre Compagnie pour l'Institut de France, Léon Binet, qui avait été son collaborateur dans l'étude des collec-

tions gélatineuses du péritoine, put brosser le magnifique tableau de la prodigieuse activité du Professeur Hartmann.

Toutes les sociétés savantes françaises de Médecine et de Chirurgie et plus de 30 sociétés étrangères s'étaient assurées son concours.

Dans le premier tiers de notre siècle, cet homme de bien, dont la conscience était à un niveau si élevé qu'il ne voulait rien laisser au hasard, fut l'un des grands maîtres de la Chirurgie française et celle-ci continue à briller d'un vif éclat grâce à l'exemple et à l'enseignement de tels maîtres.

AÉROTHERMODYNAMIQUE. — *Structure des ondes de choc et combustion.* Note de M. **Maurice Roy**.

I. L'analyse de la structure de la quasi-onde de choc en fluide compressible, visqueux et conducteur, présentée dans une Note antérieure ([1]), est étendue ci-après aux quasi-ondes de choc et combustion.

Pour simplifier, je suppose invariables les chaleurs spécifiques c_p et c_p/γ, le nombre de Prandtl $\mathfrak{P} = \eta c_p/\chi$, ainsi que les coefficients de viscosité de Navier ζ et η (avec $3\zeta + 2\eta = 0$) et de conduction χ. En outre, je suppose $\mathfrak{P} = 3/4$. Ces simplifications facilitent les calculs et leur discussion, mais ne sont pas essentielles : en première approximation, elles n'altèrent pas l'allure des phénomènes étudiés.

Les états chimiques possibles du mélange gazeux homogène sont supposés former une suite *continue*, et repérés par la fraction $\alpha (0 \leqq \alpha \leqq 1)$ libérée du pouvoir calorifique à pression constante H_1 de l'unité de masse du mélange, dans les conditions amont (p_1, T_1).

Le mouvement est permanent et unidimensionnel suivant l'axe x, un mouvement transversal uniforme et quelconque pouvant se superposer au précédent sans modifier l'état du fluide et pour correspondre au cas de la quasi-onde permanente et oblique. Enfin, tout effet de rayonnement thermique est négligé.

II. Entre l'infini amont $(x = -\infty, p_1, \rho_1, T_1, \alpha_1 = 0, u_1)$ et l'infini aval $(x = +\infty, p_2, \rho_2, T_2, \alpha_2, u_2)$, le flux passe, pour $x = 0$, par l'état de « démarrage de la combustion », où $T = T_0$, valeur éventuellement majorée par rapport à la température dite d'inflammation à p_0 et au repos, pour tenir compte du « retard à l'inflammation » dans le mélange en mouvement. La section $x = 0$ sépare ainsi les parties antérieure $(x \leqq 0, \alpha \equiv 0)$ et postérieure $(x \geqq 0, \alpha$ variable) de la quasi-onde.

III. Les conditions à l'infini (indices 1 et 2 pour $x = \mp \infty$) sont liées par les équations globales et classiques de l'onde de choc et combustion, indépendantes de la structure que nous analysons.

([1]) *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 813.

Et l'on sait que, pour p_1, ρ_1, T_1 et u_1 donnés ($\alpha_1 = 0$), les conditions aval sont entièrement déterminées.

IV. Rapportons les grandeurs physiques à leurs valeurs amont, soit

$$(1) \qquad Y = \frac{p}{p_1}; \qquad \theta = \frac{T}{T_1}; \qquad X = \frac{u}{u_1};$$

d'où, par la *continuité admise*, $\rho/\rho_1 = 1/X$; et posons

$$(2) \qquad m_1 = \frac{\rho_1 u_1^2}{\gamma p_1}; \qquad D = \theta + 0{,}5(\gamma - 1)\, m_1 X^2; \qquad \nu_1 = (\gamma - 1)\frac{\rho_1 H_1}{\gamma p_1}; \qquad n = \frac{4\eta}{3\rho_1 u_1}.$$

L'hypothèse $\eta \equiv \eta_1$ et la continuité ($\rho u = \rho_1 u_1$) entraînent $n =$ const., ce qui permet d'utiliser très commodément l'abscisse réduite et sans dimension

$$\xi = \frac{x}{n} \qquad \text{avec} \qquad \frac{n\, d[f(x)]}{dx} = \frac{d[f(\xi)]}{d\xi},$$

pour représenter la « structure » cherchée, donc les fonctions Y, θ, X ou D de ξ, *indépendamment de la viscosité et de la conduction du milieu*, grandeurs d'ailleurs petites.

V. Les équations du mouvement (pour les inconnues D, X et α) s'écrivent très simplement ici, avec notation $f' \equiv df/d\xi$:

$$(3) \qquad D' = D - D_1 - \alpha \nu_1 \qquad \text{(conservation de l'énergie)},$$

$$(4) \qquad \gamma m_1 X X' = D + \frac{\gamma + 1}{2} m_1 X^2 - (1 + \gamma m_1) X \qquad \text{(quantité de mouvement)},$$

$$(5) \qquad X\alpha' = \Gamma(D, X, \alpha) \qquad \text{(équation chimique)};$$

(5) traduit la loi $[X d' u_1/n \equiv d\alpha/dt = g(\rho, T, \alpha)]$ de la « vitesse de réaction » selon Duhem et Jouguet, mais n'intervient pas lorsque $\xi \leqq 0$ ($\alpha \equiv 0$).

Les inconnues D, X et α, et leurs dérivées premières D', X' et α', par (3) à (5), sont continues pour $\xi = 0$, où $\Gamma = 0$.

VI. Dans une quasi-onde de choc pure ($\alpha \equiv 0$ de $\xi = -\infty$ à $\xi = +\infty$), (3) s'intègre en $D \equiv D_1$, car $D - D_1 = 0$ pour $\xi = \mp\infty$ et, selon une remarque de ma Note antérieure, $(D - D_1)$ ne peut ni croître, ni décroître, d'où la seule solution possible $D' \equiv 0$.

Mais, il en va autrement, et c'est un point essentiel, pour notre quasi-onde en amont de $\xi = 0$. L'intégrale de (3), pour $\xi \leqq 0$ et $\alpha \equiv 0$, est ici, en effet,

$$(6) \qquad D = D_1 + (D_0 - D_1)\, u, \qquad \text{avec} \quad u = \exp\xi \qquad \text{et} \qquad D_0 - D_1 \neq 0.$$

Ainsi, partant de $\theta_1 = 1$ pour $\xi = -\infty$, θ peut atteindre ici, pour $\xi = 0$, une valeur donnée et quelconque $\theta_0 > 1$ sans que, nécessairement, X et $1/Y$ décroissent comme dans une quasi-onde de choc pure. De là, notamment, la *possibilité* des quasi-ondes de déflagration.

VII. L'expérience montre qu'à travers celles-ci p reste sensiblement constant, donc $Y \simeq 1$ et $X \simeq \theta$. Tant que α reste invariable, (3) et (4) montrent que ceci *nécessite* m_1 *petit*.

Plaçons-nous dans ce cas en posant $\varepsilon = 0,5(\gamma - 1)m_1$, le carré m_1 du nombre de Mach $\mathfrak{M}_1$ (c'est ce carré qui est significatif) de la célérité de la flamme dans le milieu amont étant petit.

Alors, pour $\xi \leq 0$, θ et X s'expriment, en fonction de $u = \exp \xi$ et de ε et θ_0 donnés, par les formules approchées (au deuxième ordre près en ε)

$$(7) \qquad \theta \simeq X \simeq 1 + (\theta_0 - 1)\,u\,[1 + \varepsilon(\theta_0 - 1)(1 - u)].$$

Pour $\theta_0 \gg 1$, cas normal des *flammes déflagrantes*, on voit que θ et X croissent continuellement de $\xi = -\infty$ à $\xi = 0$ (ou de $u = 0$ à $u = 1$) dans la partie antérieure de la quasi-onde, tandis qu'*au second ordre près en* ε, *la pression* (*ou* Y) *reste constante*.

VIII. Par contre, lorsque m_1 est grand, cas normal des quasi-ondes de détonation, et en posant $\varepsilon' = 1/\varepsilon$ (c'est, ici, ε' qui est petit), on a approximativement

$$(8) \qquad \theta \simeq 1 + (\theta_0 - 1)\,u^{\frac{1}{\gamma}} \qquad \text{et} \qquad X^2 = 1 - \varepsilon'(\theta - 1).$$

C'est, maintenant, X qui est presque constant, tandis qu'au premier ordre près en ε' la pression (ou Y) varie comme θ. En quelque sorte, pression et densité « échangent » à peu près ici leurs lois antérieures de variation.

Au premier ordre près en ε', la variation de θ dans la partie antérieure de la quasi-onde de détonation est la même, pour γ et θ_0 donnés, que dans la quasi-onde de choc pure.

IX. En abscisse réduite $\xi \leq 0\,(\alpha \equiv 0)$, pour de mêmes valeurs de γ et θ_0 et pour les valeurs respectives $m_1 = 10^{-4}$ et $m_1 = 80$, plausibles pour les deux cas VII et VIII ci-dessus, la fonction $\theta(\xi)$ garde, en fait et curieusement, sensiblement la même allure.

Mais, ξ a une signification très différente dans ces deux cas, car son unité représente une longueur égale, respectivement, à $64\,\Lambda_1$ ou à $0,072\,\Lambda_1$, Λ_1 désignant le « libre » parcours moyen des molécules du mélange, calculé par la formule de Tait et pour l'état amont (p_1, T_1).

Ceci signifie que l'*épaisseur pratique* de la quasi-onde antérieure est *beaucoup plus grande en régime déflagrant qu'en régime détonant*. Outre que ceci n'est peut-être pas sans relation avec le degré plus ou moins élevé de stabilité de ces deux sortes, si franchement distinctes, d'ondes de choc et combustion, la très faible épaisseur (en Λ_1) de la quasi-onde antérieure de détonation met en cause la validité, dans ce cas, de la continuité macroscopique.

X. Une Note ultérieure complétera la présente quant à la détermination des quasi-ondes envisagées et, notamment, de leur partie postérieure.

BOTANIQUE. — *Les Palmiers du littoral atlantique du Sud du Maroc et les Faux-Dattiers des palmeraies de Marrakech, de Tiznit et du Sous.* Note de M. **Auguste Chevalier.**

Dans son remarquable travail : *Aperçu général sur la végétation du Maroc* (1939), accompagné de la carte phytogéographique de ce pays, M. Louis Emberger passe en revue les divers peuplements arborescents de cette région, distinguant la brousse semi-aride à Olivier-Chamaerops, la brousse à Zizyphus, les chênaies de Chêne vert et de Chêne liège, la callitriaie, l'arganaie, etc.

Il existe une autre formation pourtant des plus remarquables qui a été omise dans cette énumération, c'est la *pheniçaie atlantique* constituée par un Palmier spécial au Maroc Sud-Ouest qui a prospéré aussi autrefois dans l'Archipel des îles du Cap Vert et que nous avons observé il y a une vingtaine d'années dans la baie de Praïa à l'île de S. Thiago, tout à fait spontané et à dattes immangeables. Nous l'avons décrit à cette époque sous le nom de *Phœnix atlantica* A. Chev. Le Dattier du Sud-Ouest marocain, tantôt spontané, parfois cultivé en palmeraies dans l'ouest du Maroc, est presque identique et il doit être rattaché à cette espèce.

Le botaniste O. Beccari publia, il y a plus de soixante ans, une monographie des *Phœnix* (*Malesia*, vol. III, 1886-1890) dans laquelle il distinguait huit espèces asiatiques dont *P. sylvestris* Roxb. du Bengale regardé souvent comme l'ancêtre du vrai Dattier (*P. dactylifera* L.) cultivé depuis une époque préhistorique en Mésopotamie, en Arabie, en Égypte et dont la culture a été introduite aussi à une époque très ancienne dans les oasis du Sahara. Beccari, dans sa monographie, distinguait aussi deux espèces de *Phœnix* spéciaux à l'Afrique, l'un *P. reclinata* Jacq. (= *P. senegalensis*) vit en Afrique tropicale le long des rivières et spécialement à leur embouchure, l'autre *P. canariensis* Chabaud = *P. jubæ* (Webb et Berthelot) Christ est spécial aux Canaries et est fréquemment cultivé aujourd'hui dans l'Afrique du Nord et dans le Sud de l'Europe. Ses petits fruits ovoïdes ne sont pas comestibles. Le *P. atlantica* est très proche des deux espèces africaines que nous venons de citer et il donne comme eux des fruits à peine mangeables, ils ne sont comestibles qu'à condition d'être blets et leur pulpe est insignifiante. *P. atlantica* est commun sur le littoral depuis Mazagan jusqu'à Sous; il pénètre assez loin dans l'intérieur et près de Marrakech, il vit dans les ravins de l'Atlas jusqu'à 1500 m d'altitude. D'après nos observations récentes, *P. atlantica* présente les caractères suivants :

Palmier souvent grégaire vivant rarement par stipe isolé, mais formant des touffes de 2 à 5 ou 6 troncs partant de la même souche et s'élevant de 5 à 15 m de haut et pouvant avoir 25 à 45 cm de diamètre (il a jusqu'à 60-80 cm de diamètre dans *P. jubæ* qui est bien moins élevé); les pieds sont presque toujours couronnés à la base de drageons (ou djebars) s'élevant en buisson à 2-4 m de haut (troncs et feuilles) et se formant à tout âge. Dans les vrais Dattiers, les djebars ne naissent que dans le jeune âge. Plumeau des feuilles étalées, composé d'une cinquantaine de feuilles, les inférieures desséchées et pendantes si elles ne sont pas taillées. Pétiole très élargi à la base, d'un jaune citrin ainsi que le rachis de la feuille, portant à la base de longues épines de 8-15 cm, perpendiculaires, souvent insérées par deux, très piquantes. Au-dessus s'insèrent perpendiculairement les folioles au nombre de 150 à 200 paires, étalées, longues de 20 à 40 cm, larges au milieu de 1 à 2 cm, apiculées à l'extrémité; les folioles sont d'un vert clair, mais sur les djebars elles sont souvent d'un vert glauque argenté. On sait que dans le vrai Dattier, les feuilles, même sur le palmier adulte, sont toujours glauques en dessous. Sur les pieds mâles de *P. atlantica*, les spathes au nombre d'une vingtaine sont courts, très comprimés et denticulés sur les bords; l'inflorescence comprend de nombreuses ramules rapprochées, longues de 5 à 20 cm. Les fleurs mâles ressemblent beaucoup à celles de *P. jubæ*. Calice à 3 lobes courts et pointus; corolles à 3 lobes coriaces, dressés, oblongs, striés longitudinalement. Anthères 6, incluses, sessiles. Lors de la floraison les régimes sont étalés, puis ils se dessèchent et deviennent pendants. Les pieds femelles sont semblables aux mâles, mais les régimes femelles sont plus grands et à pédoncules plus longs, même lors de la floraison. Les fruits mûrissent de novembre à janvier. Ils sont ovoïdes ou même sphériques, parfois oblongs et semblables comme forme à une petite datte, longs de 2 cm à peine. Le mésocarpe est très mince et cartilagineux en dedans; noyau rugueux, allongé, avec une fossette médiane profonde. Le fruit mûr est à sa base entouré de 3 pétales largement ovales chevauchant l'une sur les deux autres et formant une cupule persistante orbiculaire, large de 1 cm et finement striée radialement.

Nous distinguons comme *P. atlantica* var. *marocana* la forme cultivée dans les oasis de Marrakech et de Tiznit où les Berbères distinguent plusieurs variétés un peu améliorées. Les fruits sont plus gros et souvent ovoïdes-allongés. Ils ont, à l'état frais, 3 à 4 cm de long et 1,5 à 1,8 cm de diamètre; la pulpe est épaisse de 2 à 4 mm et ne devient charnue et sucrée que quand le fruit est blet. Ces fausses dattes sont alors vendues sur les marchés, mais à bas prix par rapport aux vraies dattes importées du Tafilalet et du Sud du Drâa.

La palmeraie de Marrakech comprend environ 100 000 Palmiers et celle de Tiznit quelques centaines seulement, groupées dans des jardins. On ne pratique jamais la fécondation artificielle de ces Palmiers; les pieds mâles sont tous conservés. Du reste, on tire principalement parti des feuilles qui sont coupées chaque année pour divers usages.

Jusqu'à présent, le *P. atlantica* et ses variétés se sont montrés réfractaires à la maladie du Bayoud causée par *Fusarium albedinis* Malençon.

Par contre, dans la palmeraie de Marrakech on voit souvent des régimes desséchés et stériles, ils ont été atteints lors des pluies printanières par un champignon, le *Mauginiella scættæ* Cavara = *Geotrichum scættæ* (Cavara)

R. Maire. C'est la maladie de la pourriture chez le bon Dattier. Ajoutons que les Arabes de Marrakech distinguent les dattes du vrai Dattier de celles de *Phœnix atlantica* : les premières se nomment *Temar* et les autres *Abeleu*.

PHYTOPATHOLOGIE. — *L'acide fusarique, une seconde toxine de flétrissement produite par* Fusarium lycopersici *Sacc.* Note de M. **Ernest Gäumann**, M[me] **Stephi Naef-Roth** et M. **Hans Kobel**.

Jusqu'à présent, la lycomarasmine, dipeptide ayant pour formule brute $C_9H_{15}O_7N_3$ et pour poids moléculaire 277, était la seule toxine connue, produite par *Fusarium lycopersici* Sacc., l'agent du flétrissement de la Tomate.

Ce champignon forme cependant, en même temps que ce dipeptide, une deuxième toxine provoquant un flétrissement : l'acide fusarique. Celui-ci est vraisemblablement l'acide 5-*n*-butylpicolique, possédant la formule $C_{10}H_{13}O_2N$ et un poids moléculaire de 179. Tandis que la production de lycomarasmine n'est connue que chez *Fusarium lycopersici* et constitue, de ce fait, une des propriétés caractéristiques de cet organisme, celle de l'acide fusarique a été, par contre, également reconnue chez d'autres champignons phytopathogènes; elle fut mise en évidence, pour la première fois, par Yabuta, Kambe et Hayashi (1) chez *Fusarium heterosporum* Nees; depuis lors, nous l'avons décelée chez *Fusarium vasinfectum* Atk. et chez *Gibberella Fujikuroi* (Saw.) Woll.

Le fait que l'acide fusarique est l'une des toxines intervenant dans la redoutable maladie de flétrissement du cotonnier peut avoir, éventuellement, une certaine portée pratique. Il existe, en effet, divers indices suivant lesquels l'agent de cette maladie pourrait abandonner, dans le terrain, une quantité suffisante de toxine pour que les plantes qui s'y trouvent enracinées aient à en souffrir. La connaissance de la nature chimique de l'une des toxines permettra peut-être de rendre celle-ci inoffensive lorsqu'elle se trouve dans le sol.

La plante-test la plus sensible à l'égard de l'acide fusarique est le cotonnier. Ses feuilles primaires sont déjà visiblement affectées par une quantité de toxine égale à 25 mg : kg de plante fraîche. Les pousses de tomate sont un peu moins sensibles, la dose critique étant d'environ 150 mg : kg. Moins sensibles encore sont le riz, le maïs et les feuilles primaires du haricot (dose limite = env. 250 mg : kg). Les plantes de seigle et de pois ne sont pratiquement pas affectées; ce n'est qu'en présence de 2 500 mg de toxine par kilogramme que des nécroses se manifestent.

Le fait qu'un agent pathogène produit simultanément pour le moins

(1) *J. agr. Chem. Soc. Japan*, **10**, 1934, p. 1059-1068.

deux toxines chimiquement différentes soulève d'intéressants problèmes toxicologiques. En effet, ces deux toxines affectent, à l'intérieur de l'hôte végétal, des fonctions vraisemblablement distinctes; c'est ainsi que les propriétés osmotiques des protoplasmes des feuilles de tomate sont altérées de façon perceptible par la lycomarasmine pure seulement lorsque la concentration de cette dernière atteint $1,2.10^{-2}$ mol; par le complexe lycomarasmine-fer quand la concentration est de $9,0.10^{-4}$ mol-équiv et par l'acide fusarique déjà quand elle est de $2,8.10^{-5}$ mol. Thatcher [2] a montré que le filtrat brut de cultures de *Fusarium lycopersici* nuit fortement à la semi-perméabilité des tissus de la tomate; donc, il s'agit là, vraisemblablement, de l'effet de l'acide fusarique plutôt que de celui de la lycomarasmine.

Vu que les deux toxines agissent à l'intérieur de l'hôte en des points différents, les symptômes de la maladie qu'elles déclenchent doivent être respectivement différents et caractéristiques pour chacune d'elles. A faibles doses, la lycomarasmine provoque, chez les pousses de tomate, des nécroses à la pointe et sur le pourtour des folioles, mais elle n'affecte pas les tiges ni les pétioles. Par contre, l'acide fusarique, appliqué également à faibles doses, engendre des nécroses dans les tissus intercostaux des folioles; ce n'est que dans le cas d'intoxication plus grave que le bord des folioles se nécrose et s'enroule; l'acide fusarique agit, en outre, sur les tissus de la tige qui s'affaissent en sillons longitudinaux.

Lorsque la lycomarasmine et l'acide fusarique sont appliqués simultanément, leurs effets s'additionnent simplement; chaque toxine provoque donc ses propres symptômes et il n'y a, entre elles, aucune autre action commune.

Fusarium lycopersici produit probablement encore une troisième toxine car, tandis que la lycomarasmine et l'acide fusarique ne déterminent aucun changement de couleur dans les faisceaux libéro-ligneux à l'intérieur des tiges et des pédoncules, il se produit une coloration caractéristique des vaisseaux conducteurs en cas d'infection spontanée par le champignon. Nous espérons être à même de donner, dans un avenir pas trop éloigné, une communication au sujet de cette troisième toxine.

M. **Louis de Broglie** fait hommage d'un Ouvrage de Bernard et Alberte Pullman intitulé : *Les théories électroniques de la Chimie organique*, dont il a écrit la *Préface*.

M. **Thomas Wallace** adresse à l'Académie son Ouvrage intitulé : *The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. A colour atlas and guide.*

---

(2) *Canadian J. Research*, 20 C, 1942, p. 283-311.

DÉSIGNATIONS.

M. **Albert Caquot** est désigné pour représenter l'Académie dans le Conseil d'administration du **Palais de la Découverte**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Ministère des Travaux publics et des Transports. Annales des Ponts et Chaussées. *Table générale de classement des fiches bibliographiques.*

2° Isostatic Institute of the international association of geodesy (Helsinki). *Effect of topography and compensation in zones 13-to 11-for the Airy System.* T — 20 km, 30 km, 40 km, 60 km (4 cartes).

3° Une série de *Conférences* faites au *Palais de la Découverte* du 9 décembre 1950 au 17 novembre 1951.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Deux conséquences équivalentes, relatives aux nombres ordinaux, de la bonne ordination du continu linéaire.* Note de M. **Georges Kurepa**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Envisageons les trois propositions O(o), A(o), B(o) que voici :

O(o). Il y a une bonne ordination effective du continu linéaire des nombres réels.

A(o). Quel que soit l'ordinal limite $\lambda < \omega_1$, il y a effectivement une ω-suite strictement croissante $\nu(\lambda)$, disons $\nu_n(\lambda)(n < \omega)$, telle que $\lim \nu_n(\lambda) = \lambda$.

B(o). Quel que soit l'ordinal $\omega \leq \alpha < \omega_1$, il y a une application biunivoque effective σ_α de l'ensemble $N = [0, \omega)$ des ordinaux $< \omega_0$ de telle manière que l'ensemble $\sigma_\alpha N$ des $\sigma_\alpha(n)(n < \omega_0)$ coïncide avec l'ensemble $[0, \alpha)$ des ordinaux $< \alpha$; pour abréger on dit que α est *effectivement dénombrable.*

Théorème. — *Les deux propositions* A(o), B(o) *sont deux conséquences équivalentes de la proposition* O(o).

1. Tout d'abord, A(o), B(o) sont logiquement équivalentes. L'implication A(o) $\rightarrow$ B(o) s'établit par induction. Pour le nombre ω, il suffit de poser $\sigma_\omega(n) = n (n < \omega)$; soit alors $\omega < \alpha < \omega_1$ un ordinal quelconque tel que, quel que soit $\omega \leq \xi < \alpha$, la dénombrabilité effective de ξ soit prouvée. Si $\alpha - 1$ existe, la dénombrabilité effective de α résulte de celle de $\alpha - 1$; si $\alpha - 1$ n'existe pas, alors, d'après A(o), on peut considérer la suite $\nu_n(\alpha)(n < \omega)$; chacun des nombres $\nu_n(\alpha)$ étant effectivement énumérable ou fini, il en est de

même des intervalles $[\nu_n(\alpha), \nu_{n+1}(\alpha))$ des ordinaux ξ vérifiant $\nu_n(\alpha) \leqq \xi < \nu_{n+1}(\alpha)$; puisque l'ensemble $[0, \alpha)$ est égal à la réunion des ensembles effectivement dénombrables ou finis constituant la famille effectivement dénombrable

$$\{[0, \nu_0(\alpha)), \ldots [\nu_n(\alpha), \nu_{n+1}(\alpha)), \ldots\}, n < \omega_0),$$

le nombre α est lui-même effectivement dénombrable. Que, inversement, $B(0) \rightarrow A(0)$, il suffit de poser par récurrence $\nu_0(\lambda) = \sigma_0(\lambda)$, $\nu_{n+1}(\lambda) =$ le premier $\sigma_k(\lambda)$ dépassant $\nu_n(\lambda)$.

2. Enfin prouvons que $O(0) \rightarrow B(0)$. Le système S des sous-ensembles infinis de l'ensemble R des nombres rationnels ayant effectivement le même nombre cardinal que le continu linéaire C, chaque bonne ordination de C en entraîne une de S : soit donc (1). R_ξ, $(\xi < \omega_k)$ la suite transfinie, sans omission ni répétition, des sous-ensembles infinis de

$$(2) \qquad R \ldots r_0, \quad r_1, \quad \ldots r_n, \quad \ldots \qquad (n < \omega_0),$$

ceci constituant une énumération sans omission ni répétition de R. Cela étant, soit α un ordinal infini dénombrable quelconque. Le nombre $\alpha < \omega_1$ pouvant d'après un théorème bien connu de Cantor (¹) être représenté par un sous-ensemble de R, soit $R(\alpha)$ le premier terme pareil de la suite (1). Or, l'ensemble $[0, \alpha)$ des ordinaux $< \alpha$ ordonnés naturellement est aussi du type α (²), de telle sorte que les ensembles ordonnés $R(\alpha)$ et $[0, \alpha)$ sont semblables. Soit alors φ la similitude uniquement déterminée transformant $[0, \alpha)$ en $R(\alpha)$; d'autre part, pour tout $x \in R$ soit $\psi(x)$ l'indice vérifiant dans (2) : $x = r_{\psi(x)}$; la fonction ψ est biunivoque. Considérons enfin la transformation composée $f = \psi\varphi$; elle est biunivoque, complètement déterminée et transforme l'ensemble $[0, \alpha)$ en un ensemble infini $f[0, \alpha)$ de nombres $< \omega$. Si χ est la similitude entre $f[0, \alpha)$ et $N = [0, \omega)$, la fonction composée $g = \chi f = \chi\psi\varphi$ transforme d'une façon biunivoque $[0, \alpha)$ en $[0, \omega)$; autrement dit, la transformation $g(\xi)$, $(\xi < \alpha)$ est une énumération effective de l'ensemble des ordinaux $< \alpha$. Ainsi donc l'hypothèse $O(0)$ entraîne $B(0)$.

Remarque 1. — La proposition $O(0)$ est une conséquence logique de l'axiome de choix de Zermelo appliqué au continu linéaire. D'autre part, les problèmes $A(0)$ et $B(0)$ sont bien difficiles (³).

Remarque 2. — $B(0)$ entraîne $\aleph_1 \leqq 2^{\aleph_0}$. En effet, si $\omega \leqq \alpha < \beta < \omega_1$, $R(\alpha) \neq R(\beta)$.

Si pour tout $x \in R$, $e(x)$ vérifie $x = r_{e(x)-1}$ dans (2), le sous-ensemble bien

---

(¹) *Cf.* A. Denjoy, *L'énumération transfinie*, Paris, 1946, p. 42.

(²) *Cf.* A. Denjoy, *loc. cit.*, p. 91.

(³) *Cf.* A. Denjoy, *loc. cit.*, p. 84; H. Bachman dans *V. j. schr. naturf. Ges.*, Zurich, 95, p. 115-147 pour A(0) et W. Sierpinski, *Revista de Ciencias*, Lima, XLI, p. 289-299 pour B(0).

déterminé $eR(\alpha)$ des entiers naturels $e(x)$, $[x \in R(\alpha)]$ définit un nombre irrationnel unique

$$b(\alpha) = \frac{1}{l_1 + \frac{1}{l_2 + \ldots}}$$

l_k désignant le $k^{-\text{ième}}$ nombre de $eR(\alpha)$; la correspondance $b(\alpha)$, $(\omega \leqq \alpha < \omega_1)$ étant biunivoque, il s'ensuit $\aleph_1 \leqq 2^{\aleph_0}$.

ALGÈBRE. — *Sur une classe de demi-groupes inversifs.* Note (*) de M. **Gabriel Thierrin**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Dans une précédente Note ([1]) nous avons introduit la notion de demi-groupe inversif. Nous allons définir maintenant une classe particulière de demi-groupes inversifs.

Soit un demi-groupe D tel que la relation

$$(1) \qquad xy = zt, \qquad \text{avec} \quad x \neq z$$

entraîne

$$y = t.$$

Alors la relation

$$(2) \qquad x'y' = z't', \qquad \text{avec} \quad y' \neq t'$$

entraîne

$$x' = z',$$

La propriété ci-dessus est donc symétrique : tout demi-groupe la possédant sera appelé *anti-semi-groupe*.

Dans un anti-semi-groupe, chaque élément est idempotent.

En effet nous avons

$$a^3 = a^2 a = a a^2.$$

Si $a^2 \neq a$, on a alors $a^2 = a$, ce qui est contradictoire. Donc $a^2 = a$.

Un anti-semi-groupe est un demi-groupe inversif.

En effet, puisque $a^2 = a$, nous avons

$$aaa = a^2 a = aa = a.$$

Dans un anti-semi-groupe, deux éléments ne peuvent être permutables que s'ils sont égaux, car l'égalité $ab = ba$ entraîne $a = b$, si a et b sont différents, ce qui est impossible.

(*) Séance du 19 décembre 1951.

([1]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 376. Un demi-groupe D est inversif si, pour tout $x \in D$, il existe $x' \in D$ tel que $xx'x = x$.

Nous avons la proposition suivante :

Les éléments d'un anti-semi-groupe A *sont tous permis à droite ou tous permis à gauche.*

En effet, soit x un élément quelconque de A. Cet élément est, soit permis à droite, soit non permis à droite. S'il n'est pas permis à droite, il existe au moins un élément $y \neq x$ tel que $xy \neq x$. De l'égalité

$$(xy)x = x(yx),$$

il suit alors

$$x = yx.$$

S'il se trouve alors dans A un élément z tel que $xz = x = yx$, nous devons avoir $z = x$, puisque $x \neq y$. Par conséquent, si x n'est pas permis à droite, il est permis à gauche, puisque nous avons alors $x = tx$, quel que soit t appartenant à A.

Puisque chaque élément est permis soit à droite, soit à gauche, il s'ensuit alors forcément que tous les éléments sont permis en même temps soit à droite, soit à gauche, et la proposition est démontrée.

Inversement, un groupoïde A *dont les éléments sont tous permis à droite ou tous permis à gauche est un anti-semi-groupe.*

En effet, supposons que les éléments de A soient tous permis à droite par exemple. Le groupoïde A est alors un demi-groupe, car nous avons, quels que soient a, b et c appartenant à A :

$$a(bc) = a, \qquad (ab)c = ab = a,$$

donc

$$a(bc) = (ab)c.$$

De l'égalité

$$xy = zt,$$

il suit

$$x = z.$$

quels que soient y et t, donc en particulier pour $y \neq t$. Par conséquent, A est un anti-semi-groupe.

On appellera anti-semi-groupe à droite un anti-semi-groupe dont tous les éléments sont permis à droite. Remarquons que, dans un tel semi-groupe A, la règle de simplification est valable à droite, mais non à gauche. Si A est fini, sa table de multiplication présente l'aspect suivant :

	a_1	a_2	...	a_n
a_1	a_1	a_1	...	a_1
a_2	a_2	a_2	...	a_2
..	..	..	...	..
a_n	a_n	a_n	...	a_n

On voit que les demi-groupes inversifs peuvent être très éloignés des groupes.

On a des propriétés analogues dans le cas symétrique (anti-semi-groupe à gauche).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la composition des singularités des séries de Dirichlet générales.* Note de M. **Maurice Blambert**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Cette Note complète une Note [1] antérieure et en utilise les définitions et les notations.

$S_f^{\sigma_1}$ et $S_\varphi^{\sigma_2}$ étant respectivement les ensembles singuliers des fonctions $f(s)=\Sigma a_n e^{-s\lambda_n}$ et $\varphi(s)=\Sigma b_n e^{-s\mu_n}$ par rapport aux demi-plans $P_f(\sigma>\sigma_1)$ et $P_\varphi(\sigma>\sigma_2)$, je dis que $\gamma\in(S_\varphi^{\sigma_2}\cup\overline{S}_{f\varphi}^{\sigma_1\sigma_2})$, (où $S_{f\varphi}^{\sigma_1\sigma_2}$ est l'ensemble composé de $S_f^{\sigma_1}$ et $S_\varphi^{\sigma_2}$), est un $\gamma^\star$ s'il existe un arc de Jordan, sans point multiple, d'origine $s_0(\mathcal{R}s_0>\sigma_A^f+\sigma_A^\varphi)$, d'extrémité γ, dont tous les points, sauf évidemment γ, appartiennent au complémentaire par rapport à $\overline{P}[\sigma\geqq\max(0,\sigma_{\mathcal{H}}^f)+\sigma_2]$ de $\overline{P}\cap(S_\varphi^{\sigma_2}\cup\overline{S}_{f\varphi}^{\sigma_1\sigma_2})$. La locution, « hypothèses du type (M) », désigne les hypothèses suivantes (utilisées dans la Note rappelée) : $f(s)$ est uniforme $U_{\mathcal{M}}$ et d'ordre $O_{\mathcal{M}}$ égal à ν dans P_f; $\sigma_A^f<\infty$ — $\varphi(s)$ est uniforme $U_{\mathcal{M}}$ et d'ordre $O_{\mathcal{M}}$ égal à μ dans P_φ; $\sigma_A^\varphi<\infty$.

THÉORÈME I. — *Dans les hypothèses du type* (M) *et les suivantes :* 1° $\alpha_i(\neq 0)$, $i=0, 1, 2, \ldots, \infty$, *isolés dans* $S_f^{\sigma_1}$, *sont des points essentiels de* $f(s)$; 2° <u>borne</u> $|\alpha_i-\alpha_j|>0$, $i\neq j$; 3° β_i *isolés dans* $S_\varphi^{\sigma_2}$, *points essentiels de* $\varphi(s)$, *sont tels que* $\gamma=\alpha_0+\beta_0=\alpha_i+\beta_i$, $i=1, 2, \ldots, \infty$, *est un* $\gamma^\star$; 4° $\gamma\notin(S_\varphi^{\sigma_2}\cup\overline{S}'^{\sigma_1\sigma_2}_{f\varphi})$, *où* $S'^{\sigma_1\sigma_2}_{f\varphi}$ *est l'ensemble composé de* $S_\varphi^{\sigma_2}$ *et* $\complement_{S_f^{\sigma_1}}\mathcal{E}_f$, $\mathcal{E}_f=\bigcup_i(\alpha_i)$; 5° γ *est point isolé dans* $\overline{S}_{f\varphi}^{\sigma_1\sigma_2}$; *alors le point* γ *est singulier pour la fonction* $H_{\mathcal{M}}[f(s),\varphi(s)\,|\,k]=\Sigma a_{\mu_n}^{(k)}b_n e^{-s\mu_n}$ *dès que l'entier* k *est supérieur à un certain entier* $k_\star$ [$k_\star$ *dépendant du couple de fonctions composantes* $f(s)$, $\varphi(s)$].

Soit α un point commun à deux ensembles $\mathcal{L}$ et $\mathcal{L}_1$ du plan de la variable s; l'ensemble $\mathcal{L}$ est dit « appartenir localement au point α » à l'ensemble $\mathcal{L}_1$ s'il existe un cercle ouvert $c(\alpha,\varepsilon)$, de centre α et de rayon ε suffisamment petit, tel que $(c(\alpha,\varepsilon)\cap\mathcal{L})\subset(c(\alpha,\varepsilon)\cap\mathcal{L}_1)$. Je dis, avec M. G. Pólya, que $\beta\in S_\varphi^{\sigma_2}$ est point singulier « accessible » pour $\varphi(s)$, s'il existe un cercle ouvert de centre β, un diamètre, partagé par β en deux rayons ouverts en β, partageant

(1) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1565.

le cercle en deux demi-cercles ouverts tels que $\varphi(s)$ reste régulière dans un des deux demi-cercles et sur un des deux rayons à l'extrémité β duquel elle est singulière. S'affranchissant de la condition imposée aux β_i d'être des singularités ponctuelles, on énonce :

Théorème II. — *Dans les hypothèses du type* (M), *les hypothèses* (1), (2), (4), *ci-dessus et les suivantes :* 1° *il existe* $\{\beta_n\} \subset S_\varphi^{\sigma_2}$ *telle que* $\gamma = \alpha_0 + \beta_0 = \alpha_n + \beta_n$, $n = 1, 2, \ldots, \infty$, *soit un* $\gamma^\star$; 2° *il existe l'entier* n_0 *tel que l'ensemble des points de* $S_\varphi^{\sigma_2}(\alpha_{n_0})$, « *accessible* » *pour* $\varphi(s - \alpha_{n_0})$, *n'appartient pas localement au point* γ, *à la fermeture de la réunion des ensembles* $S_\varphi^{\sigma_2}(\alpha_n)$, $n \neq n_0$, [$S_\varphi^{\sigma_2}(\alpha_n)$ *est l'ensemble composé de* $S_\varphi^{\sigma_2}$ *et du point* α_n]; *alors le point* γ *est singulier pour la fonction* $H_{\mathfrak{M}}[f(s), \varphi(s) \mid k]$; k (*entier*) $> \nu + \mu + 1$.

Utilisant une propriété due à MM. G. Pólya et Schwengler, relative à la répartition des zéros des polynomes généralisés de Dirichlet dont les coefficients sont des polynomes algébriques, on énonce :

Théorème III. — *Dans les hypothèses du type* (M) *et :* 1° $\alpha_n (\neq 0)$, $n = 0, 1, 2, \ldots, N$, *points isolés de* $S_f^{\sigma_1}$, *sont des pôles de* $f(s)$ *ne vérifiant aucune relation de la forme* $P(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_N) = 0$, *où* P *est un polynome, à coefficients entiers, par rapport aux arguments* α_n; 2° $\mathcal{R}\alpha_n \neq 0$, $\mathcal{R}\alpha_n \neq \mathcal{R}\alpha_{n'}$, $n \neq n'$; 3° *il existe* $\beta_n \in S_\varphi^{\sigma_2}$ *tels que* $\gamma = \alpha_0 + \beta_0 = \alpha_n + \beta_n$, $n = 1, 2, \ldots, N$, *soit un* $\gamma^\star$; 4° $\gamma \notin (S_\varphi^{\sigma_2} \cup \overline{S}_{f\varphi}^{\prime\sigma_1\sigma_2})$, *où* $S_{f\varphi}^{\prime\sigma_1\sigma_2}$ *est l'ensemble composé de* $S_\varphi^{\sigma_2}$ *et* $S_f^{\prime\sigma_1}$ (*déduit de* $S_f^{\sigma_1}$ *par suppression des* $n+1$ *points* α_n); *alors il existe un entier* $k_\star$ [*dépendant de* $f(s)$ *et* $\varphi(s)$] *tel que le point* γ *est singulier pour chaque fonction* $H_{\mathfrak{M}}[f(s), \varphi(s) \mid k]$, k (*entier*) $\geq k_\star$.

Si les α_n sont pôles du premier ordre, l'assertion est vraie sans l'hypothèse (2). Celle-ci peut d'ailleurs être modifiée de diverses façons. Par exemple, l'assertion du théorème III reste vraie si $\mathcal{I}\alpha_n = 0$, $n = 0, 1, 2, \ldots, N$, et si la suite $\{\mu_p\}$ des exposants de $\varphi(s)$ n'admet pas de base linéaire, ou bien si $\overline{\lim}\, \mu_p/\mu_{p-1} = \infty$, ou bien s'il est impossible de trouver $c > 0$ tel que $\underline{\lim}\, \mu_p/p^c \geq 1$.

L'assertion du théorème III est encore vraie si, toute les autres conditions restant inchangées, l'hypothèse (2) est remplacée par : les pôles α_n appartiennent à la bande $|t| < \Pi D$, où D est la densité de la suite mesurable $\{\mu_p\}$ dont l'indice de condensation (au sens V. Bernstein) est nul.

Certaines de ces propriétés, (traduites avec les précautions de langage déjà précisées dans la Note antérieure) dans le cas particulier des séries de Taylor-D, (les suites $\{\lambda_n\}$, $\{\mu_n\}$ sont alors identiques à la suite des entiers positifs), généralisent des résultats énoncés par M. G. Pólya sur les séries de Taylor. Dans une autre Note, nous étudierons des cas plus délicats de composition des singularités.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Écoulement conique au voisinage d'un point de jonction.* Note (*) de M. **Jean Legras**, présentée par M. Joseph Pérès.

L'emploi d'une représentation paramétrique valable au voisinage d'un « point de jonction » et calculée en première approximation, permet la détermination de l'onde de choc et la représentation du champ des vitesses.

1° Il s'agit d'un écoulement conique, supersonique; l'obstacle est une plaque plane limitée par un angle droit, dont le bord d'attaque est perpendiculaire à la vitesse du fluide à l'infini (prise comme unité). L'obstacle est partiellement intérieur et partiellement extérieur au cône de Mach. Il existe des ondes de choc planes, enveloppes des cônes de choc ayant leur sommet sur le bord d'attaque et une onde de choc conique ayant son sommet au sommet de l'angle; ces ondes de choc planes et conique ont en commun deux « lignes de jonction ».

La solution linéarisée n'a plus de sens au voisinage du cône de choc et pour obtenir une « première approximation » valable près de ce cône, il faut utiliser la méthode de Lighthill ([1]) qui consiste à représenter le potentiel de l'écoulement en fonction des variables coniques r, χ et θ par une représentation paramétrique de la forme

$$\Phi = r f(\chi;\,\theta) = r f_1(\xi,\,\theta) + \ldots, \tag{1}$$

$$\chi = \xi + g(\xi,\,\theta), \tag{2}$$

déterminée en première approximation et où $f_1(\xi,\,\theta)$ est la solution linéarisée en fonction des variables ξ et θ.

On peut ainsi représenter l'écoulement, à l'exclusion des points de jonction des ondes planes et de l'onde conique. En effet, au voisinage de ces points, la transformation (2) est singulière; les termes du second ordre négligés dans f_1 donnent naissance, lors du calcul des composantes u, v et w de la vitesse de perturbation, à des termes qui sont le produit d'un infiniment petit du second ordre par un facteur qui devient infini au voisinage du point de jonction; les termes négligés en première approximation dans u, v et w ne sont pas des infiniment petits uniformément du second ordre. Lighthill a obtenu une première approximation du potentiel, mais non des vitesses.

2° Nous sommes ainsi conduit à généraliser une méthode employée par Whitham ([2]) et à chercher une solution de l'équation fondamentale sous forme de représentation paramétrique, par des développements en séries valables au

---

(*) Séance du 19 décembre 1951.

([1]) *Phil.*, 7e série. **11**, 1949, p. 1202.

([2]) *Proc. Roy. Soc.*, V, **201**, 1950.

voisinage des points de jonction, tels que

$$(3)\qquad \begin{cases} u = -\dfrac{w_0}{\beta\pi}\left(\dfrac{\pi}{2} - \alpha\right) + a_2 + t\,e_1(\alpha) + \ldots, \\ v = b_2 + t\,e_2(\alpha), \\ w = \dfrac{w_0}{\pi}\left(\dfrac{\pi}{2} - \alpha\right) + c_2 + t\,e_3(\alpha) + \ldots, \\ r = 1 + l(\alpha) + t + \ldots, \\ \omega = \dfrac{\pi}{2} + m(\alpha), \end{cases}$$

dont les coefficients ne seront calculés qu'en première approximation.

Les expressions (3) doivent satisfaire aux relations de compatibilité, qui expriment le fait que u, v et w sont les dérivées d'un même potentiel conique, ainsi qu'à l'équation fondamentale.

La méthode de Lighthill a permis de montrer l'existence d'arcs C_1, C_2 et C_3 où les conditions de choc sont vérifiées et où la discontinuité de vitesse est un infiniment petit du second ordre. C_1 correspond à un angle polaire compris entre o et $\pi/2$, C_2 à un angle polaire compris entre $\pi/2$ et $3\pi/2$; à l'extérieur de C_2 les composantes u_0 et w_0 de la vitesse de perturbation sont nulles. Une telle représentation ne peut pas convenir au voisinage d'un point de jonction car elle conduirait à une onde de choc discontinue. Nous chercherons s'il est possible de trouver des arcs d'onde de choc où la discontinuité de vitesse est un infiniment petit du *premier* ordre.

Les formules (3) permettent cette représentation. D'une façon plus précise, nous chercherons s'il est possible de trouver un arc EJ_1 (défini par $t = 0$) joignant le point de jonction J_1 à un point E de l'arc C_1, tel qu'à l'extérieur de EJ_1, u_0 et w_0 soient connues et que la discontinuité de vitesse du premier ordre, vérifie les deux conditions de choc. Nous étudierons de même un arc J_1F où F est un point de C_2, tel que u_0 et w_0 soient nuls à l'extérieur de J_1F.

3° En écrivant que les expressions (3) vérifient les relations de compatibilité, la première condition de choc (continuité du potentiel) et l'équation fondamentale, on montre que $l(\alpha)$ et $m(\alpha)$ sont liées par

$$2L(\alpha) + (m' + L')\left(\alpha + \varepsilon\frac{\pi}{2}\right) = 0, \qquad \text{où} \quad L(\alpha) = \frac{l'(\alpha)}{m'(\alpha)}.$$

La seconde condition de choc conduit alors à

$$L^2(\alpha) = -\frac{K w_0}{8\pi}\left(\alpha + \varepsilon\frac{\pi}{2}\right), \qquad \text{où} \quad K = M^4\beta^{-3}(\gamma + 1)$$

et où $\varepsilon = +1$ sur l'arc EJ_1 et $\varepsilon = -1$ sur l'arc J_1F.

On vérifie en particulier que EJ_1 et J_1F ne peuvent pas exister simultanément et que J_1 est nécessairement à l'intersection de l'onde plane soit avec C_1 soit avec C_2, suivant le signe de w_0.

Il est ensuite possible de déterminer le paramètre α_0 du point J_1, ce qui permet de calculer la discontinuité de vitesse à l'intérieur du cône au voisinage de J_1, puis d'expliciter $l(\alpha)$ et $m(\alpha)$, qui définissent les arcs EJ_1 ou J_1F. On trouve, par exemple, que si $\varpi_0 > 0$, c'est l'arc J_1F qui existe et que son équation polaire rapportée à l'axe polaire est

$$\rho = 1 + \frac{\omega^2}{10}, \quad \text{où} \quad 0 < \omega < \sqrt{5K\varpi_0}.$$

Une étude détaillée des arcs EJ_1 et J_1F, en particulier des tangentes en J_1, montre l'existence d'une seule solution.

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Sur une erreur systématique d'origine orbitale dans les parallaxes dynamiques d'étoiles doubles visuelles.* Note de Mlle **Marie-Louise Labeur**, présentée par M. André Danjon.

Ensemble de résultats concernant la précision des parallaxes et orbites d'étoiles doubles visuelles. Il en résulte que les orbites à longue période sont affectées en général d'une erreur par défaut sur cette période, erreur qui réagit sur la parallaxe dynamique d'une manière négligeable. Au contraire, les parallaxes dynamiques des petites orbites sont bien déterminées.

La présente Note expose certains résultats issus d'une étude d'ensemble sur les parallaxes dynamiques, ayant en vue leur précision, en particulier la recherche des erreurs systématiques. Il s'agit, pour commencer, des parallaxes dynamiques des couples à orbite connue.

A partir des expressions mathématiques, j'ai d'abord précisé en toute rigueur l'influence d'erreurs déjà signalées sans avoir été examinées dans leur généralité : présence fortuite de naines blanches, éventualité de composantes elles-mêmes binaires, ignorance du type spectral de la seconde composante à laquelle on attribue celui de la première, existence de matière interstellaire (1), excès dans l'estimation de la différence des magnitudes entre les deux composantes (2), enfin intervention du grand axe de l'orbite dans le cas assez fréquent où les distances mesurées ρ des couples sont affectées d'erreurs par excès (3). J'ai établi que toutes ces causes agissent dans le même sens, conduisant à une valeur *trop forte* de la parallaxe dynamique, et j'ai évalué l'ordre de grandeur de l'erreur éventuelle.

C'est bien une correction *négative* que Russell et Moore ont appliquée à leurs parallaxes dynamiques initiales, en ajoutant une même constante à toutes les

(1) Ces quatre circonstances ont été étudiées par M. Georges Durand (*Ann. Obs. Toulouse*, 14, 1938, p. 35 et 15, 1939, p. 149).

(2) P. Baize et L. Romani, *Ann. Astrophys.*, 6, 1943, p. 1-18; P. Muller, *Ann. Obs. Strasbourg*, 5, 1949, p. 17.

(3) A. Danjon, *Bull. Astr.*, 11, 1938, p. 215.

magnitudes [4], qu'ils justifient par un simple calcul de moyenne déduit de la comparaison entre parallaxes dynamiques et parallaxes observées. Mais, après ce qui précède, il est clair qu'une correction systématique ne saurait être la même pour toutes les parallaxes dynamiques.

Portant spécialement mon attention sur l'erreur signalée par M. Danjon, j'examine alors si les couples de faible distance ($\rho < 1''$), que j'appellerai ici *couples* (α), doivent donner lieu à une correction, tandis qu'il n'en serait pas de même pour les autres, ou *couples* (β). Une première difficulté réside dans la petitesse de l'effet à mettre en évidence : une telle erreur ne dépasse pas 5 %. Il y faut donc un matériel particulièrement précis et débarrassé autant qu'il est possible des autres causes d'erreurs.

Pour les orbites, j'ai opéré une classification selon leur précision, conformément à la méthode de Finsen [5], retenant successivement les orbites « définitives », « dignes de confiance », « préliminaires » (ces dernières susceptibles d'orienter sur le sens d'une erreur) et rejetant les autres (« indéterminées »). Les parallaxes de comparaison ont été sélectionnées selon un double critère : faible erreur probable sur la parallaxe trigonométrique, faible différence entre la parallaxe trigonométrique et la parallaxe spectroscopique. J'ai ainsi retenu 33 couples : 16 (α) et 17 (β). Quant aux parallaxes dynamiques, j'adopte provisoirement celles de Russell et Moore tirées de la relation d'Eddington; ce choix est d'ailleurs sans importance pour la discussion en vue.

Cela posé, la comparaison entre les parallaxes dynamiques d et les parallaxes observées p fait apparaître que les d_α sont *relativement plus petites* que les d_β. Ce résultat est inattendu. Cependant il ressort nettement de notre statistique, soit globale, soit en séparant les trois classes d'orbites définies ci-dessus. De plus, il est remarquable que le même résultat s'affirme dans une autre sélection de binaires visuelles et de parallaxes [6] : pour 41 couples, dont 19 (α) et 22 (β), je trouve une différence analogue dans les trois types de parallaxes dynamiques considérées par les auteurs. Le fait est donc bien établi. Il faut l'interpréter.

Reprenant ma discussion des autres causes d'erreurs et tenant compte que j'en ai éliminé par ma sélection, je suis amenée à corriger *positivement* l'ensemble des parallaxes dynamiques de Russell et Moore, mais moins que ces auteurs (1,5 % environ). Cette correction diminue aussitôt l'écart quadratique moyen entre parallaxes dynamiques et parallaxes observées, ce qui la confirme *a posteriori*. Alors, il apparaît que les parallaxes dynamiques des *couples* (α) sont dans l'ensemble *exactes*, tandis que celles des *couples* (β) sont un peu *trop grandes*.

---

(4) *The masses of the stars*, Chicago, 1940, p. 73; *Astron. J.*, 38, 1928, p. 96 et 39, 1929, p. 165.

(5) *Union Observatory, Circular*, n° 100, 1938, p. 466.

(6) P. Baize et L. Romani, *Ann. Astrophys.*, 9, 1946, p. 37.

Or, en sélectionnant les couples selon la *distance* ρ, on les sélectionne non seulement selon le *grand axe a* de l'orbite, mais aussi selon la *période* P et même la *parallaxe p*. On a ici, en moyenne : pour les (α), $a = 0'',58$, $P = 34'',5$, $p = 0'',059$; pour les (β), $a = 3'',26$, $P = 137^a$, $p = 0'',154$.

L'ensemble de ces considérations suggère l'existence d'une erreur par défaut dans les périodes des couples (β).

Cette constatation s'accorde bien avec une autre discussion que j'ai faite ensuite, en confrontant les orbites anciennes et récentes d'un même couple sans m'occuper de la parallaxe, ce qui élargit mon matériel. Pour les (α), la moitié ne manifeste aucune variation de *d*, l'autre moitié se partage également dans les deux sens, la variation étant le plus souvent infime. Pour les (β), 75 % accusent une variation dans le sens prévu, 12 % sont en sens inverse et 13 % n'offrent pas de variation.

La conclusion de tout ce qui précède est que, pour les *couples* (α), c'est-à-dire les *petites orbites*, les parallaxes dynamiques n'ont pas besoin de correction relevant de la distance ρ et qu'elles sont bien déterminées; cela s'explique du fait que leur période est courte, qu'ils ont été fréquemment observés, parfois pendant plusieurs révolutions, que certains observateurs ne commettent pas d'erreurs dans les mesures de distances (ce que souligne M. Danjon), enfin que ces erreurs ont une influence véritablement faible sur les parallaxes dynamiques.

Au contraire les *couples* (β), ou *grandes orbites*, présentent dans l'ensemble une erreur par défaut sur les périodes. Cette erreur varie évidemment avec l'ordre de précision des orbites considérées. Pour des orbites qualifiées bonnes, elle affecte la parallaxe dynamique d'une erreur *par excès* d'environ 3 %.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Théorie d'une expérience de Dufour et Prunier.* Note (*) de MM. **André Metz** et **Fernand Prunier**, présentée par M. Jean Becquerel.

A. Dufour et F. Prunier ont réalisé de 1937 à 1941 sur un plateau tournant, plusieurs séries d'expériences d'interférences entre faisceaux lumineux ayant parcouru des circuits analogue dans deux sens opposés sur ce plateau [1].

Une de ces expériences comportait le dispositif classique de l'expérience de Sagnac [2], mais avec des tubes remplis d'eau, fermés à chaque extrémité par des glaces, intercalés sur les trajets des faisceaux et ne participant pas à la rotation du disque. L'appareil était illuminé une fois par tour par un éclair

---

(*) Séance du 19 décembre 1951.

(1) F. Prunier, *Archives des sciences physiques et naturelles*, (5), 28, Genève, 1946, fasc. 4 et 5, p. 71.

(2) G. Sagnac, *Comptes rendus*, 157, 1913, p. 708 et 1410; *J. Phys.*, (5), 4, 1914, p. 177.

très bref, au moment où les axes des tubes (fixes) coïncidaient avec les alignement des miroirs consécutifs (mobiles).

Pendant cet éclair les ondes lumineuses avaient (malgré sa brièveté) le temps de faire plusieurs milliers de fois les circuits prévus sur le disque, de sorte que les interférences résultant de la superposition des dernières parties des trajets pouvaient être photographiées de façon précise.

Aucune théorie de cette expérience n'a encore été publiée.

Cette théorie peut se faire aisément par la considération de mesures de temps, d'espace et de vitesses évaluées dans le système de référence sans rotation du laboratoire, ce qui conduit à un calcul valable aussi bien dans la théorie classique de l'éther que dans la théorie de la Relativité.

Le trajet lumineux étant un polygone $LM_1M_2M_3M_4L$, considérons un élément rectiligne LM_1 de ce trajet, supposé parcouru en très grande partie dans l'eau. Soit l sa longueur, et n l'indice de réfraction de l'eau.

Pendant que ce trajet est parcouru par la lumière, c'est-à-dire pendant le temps $l(n/c)$, le point M_1 vient en M'_1 sur la circonférence de centre C (centre du disque) et passant par M_1, à une distance $M_1M'_1 = r\omega l(n/c)$, en appelant r la distance CM_1 et ω la vitesse angulaire du disque.

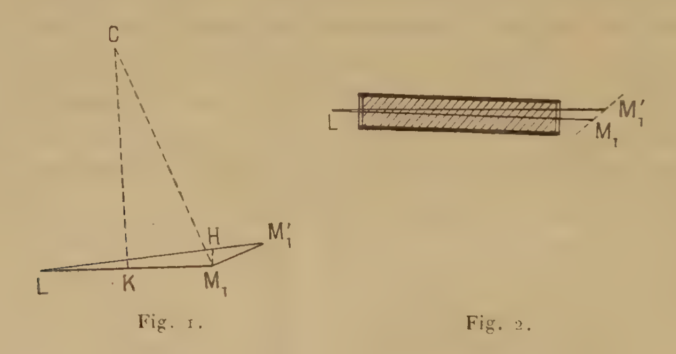


Fig. 1. Fig. 2.

Le trajet de la lumière est donc allongé (pour le faisceau lumineux exécutant le circuit dans le sens de la rotation; raccourci pour l'autre faisceau) de $LM'_1 - LM_1$ soit $HM_1 = M_1M'_1 \cos\mu$, μ étant l'angle $M_1M'_1L$.

L'allongement de l'élément LM_1 est donc $r\omega l(n/c)\cos\mu$.

Abaissons du centre C la perpendiculaire CK sur LM_1. L'angle M_1CK est égal à μ (3). Donc

$$CK = r\cos\mu \qquad \text{et} \qquad rl\cos\mu = l\,CK = 2.\text{aire } CLM_1.$$

(3) C'est *tout à fait rigoureux* si L est sur la circonférence de centre C et passant par M_1, car l'angle au centre LCM_1, double de KCM_1, est aussi le double de l'angle inscrit LM'_1M_1. C'est *exact de façon très approchée* de toute façon, car l'angle $M_1LM'_1$ est extrêmement petit, et les droites LM_1 et LM'_1 sont presque confondues.

L'allongement, par le mouvement du disque, du trajet LM_1 est donc

$$\frac{2\omega n \text{ aire } CLM_1}{c}.$$

Sur l'ensemble du circuit, l'allongement est donc $(2\omega\mathcal{A}n)/c$, $\mathcal{A}$ désignant l'aire du polygone décrit par le faisceau.

Le trajet parcouru en sens inverse est *raccourci* d'autant, donc la différence des deux trajets est au total $(4\omega\mathcal{A}n)/c$.

Il en résulte que les ondes de l'un des faisceaux auront un retard sur celles de l'autre, car les vitesses sont les mêmes. Il y aura donc un déplacement des franges d'interférence, par rapport aux franges observées lorsque le disque est immobile.

De combien sera ce retard?

Si les glaces terminales des tubes sont *parallèles* aux directions telles que $M_1 M'$, etc., c'est-à-dire normales aux rayons CM_1, etc., les augmentations et diminutions de longueur ont lieu *proportionnellement* dans l'eau et dans l'air; donc en vertu de la prépondérance des parcours dans l'eau, le décalage temporel s'obtiendra en divisant la différence des trajets par c/n. Il sera donc $(4\omega\mathcal{A}n^2)/c^2$.

Mais dans l'expérience, telle qu'elle a été effectivement faite, les tubes d'eau sont fermés par des vitres planes perpendiculaires aux directions des rayons lumineux. Il en résulte que les trajets dans l'eau sont forcément toujours les mêmes pour les faisceaux lumineux (dans un sens ou dans l'autre) que le disque tourne ou ne tourne pas (*fig.* 2).

La différence des trajets porte alors uniquement sur des parcours dans l'air, bien que ceux-ci soient relativement très petits (la différence en question est beaucoup plus petite). Le retard des ondes d'un des faisceaux sur celles de l'autre s'obtient alors en divisant par c la différence des trajets, ce qui donne $(4\omega\mathcal{A}n)/c^2$.

C'est le décalage temporel à l'arrivée des ondes sur la glace semi-transparente L à la fin du circuit complet. A partir de là, les deux faisceaux cheminent (géométriquement superposés) *dans l'air* jusqu'à l'appareil photographique, et le décalage des franges qui en résulte s'obtient (exprimé en nombre de franges) en multipliant par c/λ. Il doit donc être $(4\omega\mathcal{A}n)/c\lambda$, et c'est ce qu'a vérifié l'expérience [4].

---

[4] F. PRUNIER, *loc. cit.*, p. 72.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la quantification de la nouvelle théorie classique de Dirac*. II. Note (*) de M. **Jean G. Valatin**, présentée par M. Louis de Broglie.

La formulation hamiltonienne est discutée. L'élimination d'une composante du potentiel reste le point critique de la théorie. Une voie pour éviter des singularités serait d'associer une constante de masse non nulle au champ électromagnétique.

En gardant les notations $B_0 = B^0$, $B_k = -B^k$, les équations de la Note précédente [1] peuvent être explicitées sous la forme

$$(1a, b)\qquad E^j = \partial^j B^0 - \partial^0 B^j, \qquad F^{jk} = \partial^j B^k - \partial^k B^j,$$

$$(1c, d)\qquad \partial_0 E^j + \partial_k F^{jk} = b^2 B^j, \qquad -\partial_k E^k = b^2 B^0,$$

$$(1e)\qquad \{\hbar^2(\partial_0 \partial^0 + \partial_k \partial^k) + m^2 c^2 - B_0 B^0 - B_k B^k\}\, b = 0.$$

La fonction de Lagrange de la Note précédente donne pour les moments conjugués

$$(2a, b, c)\qquad p = \frac{\partial L}{\partial(\partial_0 b)} = \hbar^2 \partial^0 b, \qquad P^k = \frac{\partial L}{\partial(\partial_0 B_k)} = E^k, \qquad P^0 = \frac{\partial L}{\partial(\partial_0 B_0)} = 0$$

Abstraction faite de la dernière relation, on obtient l'hamiltonien

$$(3)\qquad H = \int d^3x \left\{ -\frac{1}{2} E_k E^k + \frac{1}{4} F_{jk} F^{jk} \right\} + \int d^3x \left\{ E^k \partial_k B^0 - \frac{1}{2} b^2 B_0 B^0 - \frac{1}{2} b^2 B_k B^k \right\}$$
$$+ \int d^3x \left\{ \frac{1}{2\hbar^2} p^2 - \frac{1}{2} \hbar^2\, \partial_k b\, \partial^k b + \frac{1}{2} m^2 c^2 b^2 \right\}.$$

En admettant $\int d^3x\, \partial_k (E^k B^0) = 0$, bien que $\int d^3x\, \partial_k E^k \neq 0$, la seconde somme de (3) peut être écrite à l'aide de (1 *d*) sous la forme

$$(3a)\qquad \frac{1}{2} \int d^3x \{ b^2 B_0 B^0 - b^2 B_k B^k \}.$$

Pour éliminer B^0 de la théorie, Dirac écrit [2] au lieu du premier terme de (3 *a*), moyennant (1 *d*),

$$(3b)\qquad \frac{1}{2} \int d^3x \frac{1}{b^2} (\partial_k E^k)^2.$$

L'expression sous le signe de sommation n'est définie que pour $b(x) \neq 0$. Cependant les points singuliers $b(x) = 0$ doivent jouer un rôle important dans la théorie [3], donnant des points où la jauge des potentiels reste indéfinie.

(*) Séance du 2 janvier 1952.

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 64.

(2) P. A. M. Dirac, *Nuovo Cimento*, 7, 1950, p. 925.

(3) *Voir* aussi H. Jehle, *Phys. Rev.*, 70, 1946 p. 549.

D'autre part les équations (1) ont également des solutions avec $b=0$. L'opérateur b^2 de la théorie quantifiée ne posséde donc pas d'inverse et l'expression (3 b) n'est pas définie dans la théorie quantifiée.

Une voie pour éviter cette difficulté serait d'associer, en suivant Louis de Broglie ([4]), une constante de masse μ_0 non rigoureusement nulle au champ électromagnétique et d'écrire au lieu des équations (1 c, d)

$$(4\,a,\,b)\qquad \partial_0 E^j + \partial_k F^{jk} = (\mu_0^2 + b^2) B^j, \qquad -\partial_k E^k = (\mu_0^2 + b^2) B^0.$$

Ceci correspond à l'addition d'un terme $(1/2)\mu_0^2 B_\mu B^\mu$ à la fonction de Lagrange de la Note précédente, et à la soustraction du même terme de l'hamiltonien (3) sous le signe de sommation. (Dans les résultats des calculs effectués par une telle théorie on pourra toujours prendre la limite $\mu_0 \to 0$). L'expression (3 a) devient

$$(5\,a)\qquad \frac{1}{2}\int d^3x \{ (\mu_0^2 + b^2) B_0 B^0 - (\mu_0^2 + b^2) B_k B^k \},$$

dont le premier terme peut être transformé en

$$(5\,b)\qquad \frac{1}{2}\int d^3x (\mu_0^2 + b^2)^{-1} (\partial_k E^k)^2.$$

$(\mu_0^2 + b^2)^{-1}$ est défini également pour $b^2=0$, et l'on utilisera l'expression (5b) dans la théorie quantifiée en se servant de la règle de commutation

$$(6)\qquad [p, (\mu_0^2 + b^2)^{-1}] = -2b(\mu_0^2 + b^2)^{-2}[p, b], \qquad \text{si} \quad \big[b, [p, b]\big] = 0.$$

Si l'on considère b, B_j comme variables de champ indépendantes, avec les moments conjugués p, E^j, on peut passer à la quantification du champ et de la charge en introduisant les relations de commutation

$$(7)\quad [p(x), b(x')] = -i\bar{e}^2\hbar\,\delta(x-x'), \qquad [E^j(x), B_k(x')] = -i\bar{e}^2\,\hbar\,\delta^j_k\,\delta(x-x'), \qquad \bar{e} = \frac{e}{c}.$$

En calculant à l'aide de (7) et de l'hamiltonien (3), avec (5a) au lieu de la seconde somme, les expressions

$$(8)\qquad \begin{cases} \partial_0 E^j = -i\dfrac{1}{\bar{e}^2\hbar}[E^j, H], & \partial_0 B^j = -i\dfrac{1}{\bar{e}^2\hbar}[B^j, H], \\ \partial_0 b = -i\dfrac{1}{\bar{e}^2\hbar}[b, H], & \partial_0 p = -i\dfrac{1}{\bar{e}^2\hbar}[p, H], \end{cases}$$

on retrouve les équations (4a), (2a), et à l'aide de (4b), (1a) et (1e).

Cependant, tout en admettant la commodité des équations mésiques (4a, b) pour définir un procédé de calcul, il se peut que la singularité à $\mu_0 = 0$ soi un élément essentiel de la théorie qu'on ne devrait pas éviter en passant à $\mu_0 \neq 0$.

([4]) L. DE BROGLIE, *Une nouvelle conception de la lumière*, 1934, Paris.

La voie intuitive par laquelle on arrive aux équations (1) indique plutôt cela.

Une autre forme du premier terme de (3*a*) s'obtient en faisant usage de l'équation (1*e*), ce qui donne, au lieu de (3*b*) :

$$(9) \qquad \frac{1}{2}\int d^2x\, b\,\{ h^2(\partial_0\,\partial^0+\partial_k\,\partial^k)+m^2c^2\}\, b-\frac{1}{2}\int d^3x\, b^2\, B_k B^k.$$

Cette expression ne peut servir directement dans l'hamiltonien à cause de la présence de la dérivée seconde de b par rapport au temps. On pourrait cependant penser à la linéarisation de l'opérateur d'onde de l'équation (1*e*).

Le problème suivant est d'étendre la théorie au cas de charges douées de spin 1/2. La voie est indiquée par la décomposition de Gordon du courant de l'électron de Dirac, et les équations résultantes doivent être celles d'un milieu polarisé. La seconde quantification entraînera alors le principe d'exclusion.

CHRONOMÉTRIE ÉLECTRONIQUE. — *Étude d'un multiplicateur de fréquence donnant un courant à mille périodes à partir de garde-temps pendulaires.* Note de M. **Pierre Parcelier**, présentée par M. André Danjon.

Une difficulté dans la multiplication de fréquence par voie purement électronique surgit lorsque l'on s'adresse à de faibles fréquences. C'est le cas, en particulier, des tops de fréquence 0,5 ou 1 p : s donnés par les garde-temps pendulaires. Il n'est plus possible d'employer des circuits oscillants classiques dont les coefficients de surtension sont très faibles à ces fréquences. De plus, on ne dispose pas de courants sinusoïdaux aux fréquences envisagées, mais d'impulsions de courant. Pour obvier à ces inconvénients, on utilise des diapasons résonateurs successifs en cascades, mais ils nécessitent, pour les exciter, des tops à une fréquence de répétition très stable. La précision donnée par les contacts de minuterie est trop faible. La fréquence de répétition obtenue par des contacts sur le balancier, mécaniques ou photoélectriques, n'est pas, dans certains cas, assez stable. Il est possible cependant d'utiliser ces contacts à la condition de s'adresser à un procédé indirect pour la multiplication de fréquence.

Une source de tops de fréquence F synchronise un diapason libre D_1. La fréquence obtenue est un multiple de F mais présente, pendant l'intervalle des tops de synchronisation, une variation de phase. La multiplication de cette dernière fréquence est réalisée par sélection d'un harmonique convenable. Un second diapason D_2, monté en auto-oscillateur très stable, vibre sur une fréquence voisine de celle de l'harmonique sélectionné de D_1. Ces deux dernières fréquences sont comparées dans un discriminateur de phase. La tension d'erreur résultante est appliquée dans un intégrateur et la tension recueillie sert à corriger la fréquence du diapason oscilla-

teur D_2. La fréquence d'utilisation est prise sur le diapason corrigé D_2. La présence de l'intégrateur atténue les variations de phase et permet, à la fréquence de D_2, de suivre la marche moyenne du garde-temps synchronisateur. La fréquence est bien définie si les erreurs des contacts synchronisateurs sont réparties dans le temps au hasard.

Un multiplicateur a été réalisé suivant ce principe à l'Observatoire de Bordeaux. Les tops de synchronisation provenaient d'une pendulette battant la seconde. La période de ces tops était d'une seconde de temps sidéral et ceux-ci synchronisaient le diapason libre D_1 de 500 p : s. L'harmonique 2, sélectionné après déformation du courant à l'aide de redresseurs, était comparé dans un discriminateur de phase à diodes, avec la fréquence 1000 p : s issue du diapason oscillateur D_1. La tension d'erreur passait à travers un intégrateur à constante de temps constitué par un réseau de résistances et de capacités et était appliquée, avec le sens convenable, à la bobine de correction du diapason D_2.

Des mesures ont été effectuées à l'aide d'un oscillographe cathodique pour la mise en évidence des déphasages par les figures de Lissajous par comparaison avec un courant étalon à 1000 p : s provenant d'une horloge à quartz de temps sidéral. De même, des enregistrements de longue durée ont été effectués avec un chronographe à cylindre Belin entraîné par le courant à 1000 p : s provenant du multiplicateur. L'inscription sur les feuilles du cylindre des tops de la pendulette a permis de mettre en évidence la liaison rigide obtenue entre la fréquence moyenne de la pendulette et celle du courant à 1000 p : s produit. L'inscription d'une horloge photoélectrique de l'horloge à quartz comme contrôle a permis de vérifier l'absence de variation de fréquence.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur l'interaction des ondes électromagnétiques dans la matière.* Note de M. **René Lucas**, présentée par M. Jean Cabannes.

Les conditions suivant lesquelles des ondes électromagnétiques progressives peuvent entrer en interaction au sein de la matière sont examinées en cinématique relativiste. Ces conditions permettent de fixer les orientations relatives des propagations des ondes et les nouvelles fréquences des ondes provenant des actions mutuelles.

On sait qu'un champ magnétique permanent altère les propriétés optiques de la matière (effet Faraday), en sorte qu'il est facile d'imaginer une distribution spatiale périodique d'un tel champ capable (pour des ondes lumineuses progressives) de provoquer des phénomènes de diffraction.

L'objet de la présente Note est de rechercher les conditions nécessaires pour qu'une onde électromagnétique P se propageant dans la matière puisse entrer en interaction avec une onde électromagnétique Π_i se propageant dans le

même milieu. La distribution du champ magnétique de l'onde P est considérée comme l'élément d'altération périodique des propriétés du milieu.

Repérons l'onde plane progressive P à l'aide d'un système de référence $S(oxyz)$ lié à la matière, l'onde P se propageant suivant l'axe ox avec la vitesse de phase $V_0 = c/n_0$ (n_0, indice du milieu pour l'onde P).

Pour un système de référence $S'(o'x'y'z')$ tel que $o'x'$ glisse le long de ox à la vitesse $v = V_0$ l'onde P semble « figée » avec un flux de matière se propageant dans le sens $o'x' < 0$. Ce milieu sera périodiquement altéré par le champ magnétique de P.

Cherchons les conditions de réflexion sélective de l'onde Π_i sur une telle distribution périodique. Soit

$$a = A \sin 2\pi \left[\nu t - \nu \frac{x \cos\alpha + y \sin\alpha}{V} \right],$$

l'onde Π_i pour le référentiel S (onde plane de fréquence ν dont la normale située dans le plan xoy forme l'angle α avec ox).

Pour les observateurs S' cette onde notée Π'_i sera décrite par l'expression

$$a' = A' \sin 2\pi \left[\nu' t' - \frac{x' \cos\alpha' + y' \sin\alpha'}{V'} \right].$$

Les relations de Lorentz-Einstein permettent d'avoir les nouvelles valeurs de ν', V' et α' en fonction des anciennes. Avec les notations usuelles on obtient

$$(1) \qquad \begin{cases} \dfrac{\nu' \sin\alpha'}{V'} = \dfrac{\nu \sin\alpha}{V}, \qquad \nu' = \dfrac{\nu}{\sqrt{1-\beta^2}} \left(1 - \dfrac{v}{V}\cos\alpha\right), \\[2ex] \dfrac{\nu' \cos\alpha'}{V'} = \dfrac{\nu}{\sqrt{1-\beta^2}} \left(\dfrac{\cos\alpha}{V} - \dfrac{v}{c^2}\right). \end{cases}$$

Dans le système S' la condition de réflexion sélective de l'onde Π'_i sur l'onde P peut s'exprimer simplement. Il faut remarquer que les vitesses normales V'_i et V'_r pour des ondes incidentes et réfléchies ne sont pas les mêmes. Si Λ' est la longueur d'onde des ondes P mesurée dans le système S' et en affectant les indices i et r à l'onde incidente Π'_i et à l'onde réfléchie Π'_r on obtient

$$(2) \qquad \frac{1}{\Lambda'} = \pm \left(\frac{\nu' \cos\alpha'_r}{V'_r} - \frac{\nu' \cos\alpha'_i}{V'_i} \right).$$

Le signe + ou le signe — se présentant suivant les deux cas possibles de sens de réflexion.

A l'aide des relations (1) il est possible d'exprimer cette condition en une nouvelle en utilisant les paramètres des observateurs S.

Remarquant que $\Lambda' = \Lambda \sqrt{1-\beta^2}$ la relation (2) donne

$$(3) \qquad \pm \frac{1}{\Lambda} = \nu_r \left(\frac{\cos\alpha_r}{V_r} - \frac{v}{c^2} \right) - \nu_i \left(\frac{\cos\alpha_i}{V_i} - \frac{v}{c^2} \right)$$

et à l'aide de la seconde des relations (1) finalement.

$$\nu_r = \nu_i \pm \frac{\nu_0}{1 - \frac{1}{n_0^2}} \tag{4}$$

(ν_0 fréquence des ondes P pour les observateurs S).

Un seul ordre de réflexion sélective a été gardé en raison du caractère harmonique des variations d'indice de la matière.

On peut remarquer incidemment que la relation (4) est applicable à d'autres phénomènes que ceux envisagés au début de cette Note. C'est ainsi que dans le problème de l'interaction des ondes lumineuses et des ondes élastiques, celles-ci remplacent les ondes P du problème précédent. La quantité $1/n_0^2$ a dans ce cas la valeur $(v_0/c)^2$, v_0 désignant la vitesse de l'onde élastique. La relation (4) est alors très voisine de celle donnée par L. Brillouin $\nu_r = \nu_i \pm \nu_0$.

Enfin si les ondes H_i sont du domaine des rayons X les relations précédentes se trouvent simplifiées par le fait que les vitesses de phase V'_r, V'_i, V_r, V_i peuvent, en première approximation, être considérées comme égales à c.

ÉLECTRONIQUE. — *Temps de montée des lignes à retard artificielles.*

Note (*) de M. **Robert Génin**, présentée par M. Maurice de Broglie.

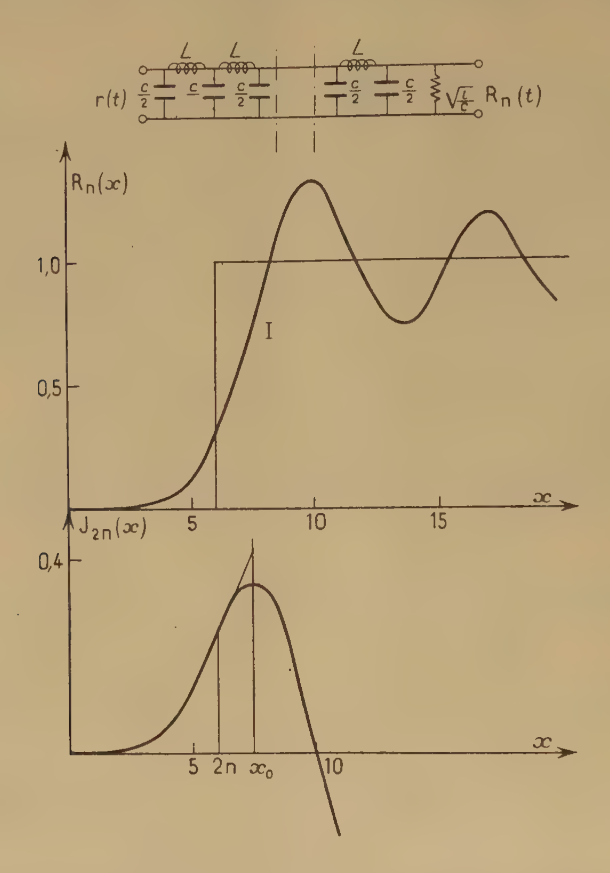
La tension entre les bornes de sortie d'une ligne de transmission idéale fermée sur son impédance caractéristique reproduit le signal appliqué à l'entrée sans distorsion, avec un certain retard $\tau = l\sqrt{\lambda\gamma}$ (l longueur de la ligne, λ et γ self-induction et capacité réparties par unité de longueur). Dans de nombreux cas il est possible de remplacer la ligne de transmission par un filtre passe-bas constitué par une chaîne de cellules en π symétriques comme l'indique la figure. Un tel réseau retarde le signal mais le déforme et l'on peut caractériser cette déformation en étudiant la réponse à la fonction échelon unité $\Gamma(t)[\Gamma(t) = 0$ pour $t < 0$ et $\Gamma(t) = 1$ pour $t > 0]$. Cette réponse est représentée sur la figure dans le cas de trois cellules. Le retard introduit est de l'ordre de $n\sqrt{LC} = 3\sqrt{LC}$. Le tracé en trait fin donne la réponse d'une ligne idéale produisant le même retard. Dans le cas du filtre passe-bas la montée instantanée de l'échelon unité est remplacée par une montée en un temps fini suivie d'oscillations d'amplitude décroissante. La déformation apportée par le réseau peut être définie par le temps de montée Tm. En considérant Tm comme le temps mis par le signal pour passer de 0,1 à 0,9 de sa valeur finale Elmore et Sands ont obtenu expérimentalement la relation

$$Tm = 1{,}1\, n^{\frac{1}{3}} \sqrt{LC} \quad (^1).$$

(*) Séance du 19 décembre 1951.

(1) Elmore et Sands, *Electronics* (*National Nuclear Energie Series*), p. 39.

En prenant une définition légèrement différente de Tm on peut obtenir théoquement une relation de même forme. La $n^{\text{ième}}$ cellule du filtre étant fermée sur



la résistance $R = \sqrt{L/C}$, laréponse au signal échelon unité prise aux bornes de cette résistance est donnée par

$$R_n(t) = \int_0^{\omega_0 t} J_{2n}(x)\, dx,$$

$J_{2n}(x)$ désignant la fonction de Bessel d'ordre $2n$ et d'argument

$$x = \omega_0 t = \frac{2t}{\sqrt{LC}} \quad (^2).$$

Nous prenons pour Tm l'inverse de la pente de la tangente en I, premier point d'inflexion de la courbe $R_n(t)$. L'abscisse de I est la plus petite racine de $J'_{2n}(x)$, soit x_0 cette racine; alors en tenant compte de la relation

$$\frac{dR_n(t)}{dt} = J_{2n}(x) \frac{2}{\sqrt{LC}},$$

(2) Parodi, *Applications physiques de la transformation de Laplace*, p. 169.

il vient

$$T_M = \frac{\sqrt{LC}}{2 J_{2n}(x_0)}.$$

La valeur de $J_{2n}(x_0)$ peut être calculée approximativement en utilisant les expressions asymptotiques de $J_{2n}(2n)$, $J'_{2n}(2n)$ et x_0 :

$$J_{2n}(2n) \sim \frac{0,45}{(2n)^{\frac{1}{3}}}, \qquad J'_{2n}(2n) \sim \frac{0,41}{(2n)^{\frac{2}{3}}}, \qquad x_0 - 2n \sim 0,81(2n)^{\frac{1}{3}} \quad (^3).$$

Ces expressions donnent des résultats suffisamment approchés même pour de faibles valeurs de n. Le point d'abscisse $2n$ étant toujours compris entre le premier point d'inflexion et le premier maximum de la courbe $J_{2n}(x)$, nous avons

$$J_{2n}(2n) < J_{2n}(x_0) < J_{2n}(2n) + (x_0 - 2n) J'_{2n}(2n).$$

En remplaçant les expressions $J_{2n}(2n)$, $J'_{2n}(2n)$, $x_0 - 2n$, par les valeurs ci-dessus on a pour le temps de montée la double inégalité

$$0,8\sqrt{LC}\, n^{\frac{1}{3}} < T_M < 1,4\sqrt{LC}\, n^{\frac{1}{3}}.$$

Ce résultat confirme la forme de la relation expérimentale d'Elmore et Sands, la divergence des coefficients numériques peut être attribuée à la différence des définitions adoptées pour Tm. Le temps de retard, proportionnel à n, croît plus vite que le temps de montée, proportionnel à $n^{\frac{1}{3}}$. Il est donc possible, avec un nombre de cellules assez grand, de rendre petite la déformation, caractérisée par le temps de montée Tm, par rapport au temps de retard.

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE. — *Sur la détermination de la forme et de la dimension des particules de noir de carbone par microscopie électronique.* Note (*) de M. **Jean-Baptiste Donnet** et M[lle] **Jacqueline Boissier**, transmise par M. Jacques Duclaux.

On montre que la forme et les dimensions de particules de noir de carbone sont peu affectées par le bombardement des électrons, au cours des examens au microscope électronique.

Les déterminations de forme et de dimensions des particules de noir de carbone à l'aide du microscope électronique ont été faites sur un grand nombre

(3) Watson, *Theory of Bessel Functions*, p. 231, 521 et 746.

(*) Séance du 2 janvier 1951.

d'échantillons [1]. Récemment toutefois J. H. L. Watson a attiré l'attention sur un phénomène qu'il a dénommé *contamination* [2] et qui, d'après lui, serait susceptible de fausser complètement et d'une façon importante, aussi bien les déterminations de forme que les mesures de dimensions.

En effet cet auteur a observé que les particules de noir de carbone soumises au bombardement des électrons subissaient une augmentation de dimension. Ce phénomène serait notable sur membrane de formvar (formal polyvinylique) et deviendrait considérable si les particules sont examinées sans film support. L'existence du phénomène a été confirmée depuis [3], bien que la cause et le mécanisme demeurent controversés [3], [4], [5].

Nous avons été amenés à déterminer, avec la meilleure précision possible, la dimension des particules d'un échantillon de noir de carbone [6] dont l'un de nous étudiait le comportement hydrodynamique [7].

Des très nombreuses observations que nous avons faites avec des préparations sur film de collodion, il ressort que les particules de noir de carbone observées dans ces conditions ne sont pratiquement pas affectées par le bombardement électronique dans les quelques minutes d'un examen de durée normale; il en est de même pour une de ces préparations métallisée à l'or. Signalons que Cosslett [4], opérant avec des particules de ZnO, a observé également que la croissance de ces particules qui était notable sans film support devient négligeable sur film de collodion, ombré ou non à l'or.

D'autre part W. R. Smith [8] opérant sur film de formvar a trouvé, avec le même échantillon que le nôtre, des dimensions identiques comme le montre le tableau ci-dessous dans lequel les diamètres indiqués sont définis par

$$d_A = \frac{\Sigma_i n_i d_i}{\Sigma_i n_i} \quad \text{et} \quad d_S = \frac{\Sigma_i n_i d_i^3}{\Sigma_i n_i d_i^2},$$

n_i étant le nombre de particules de l'espèce ayant un diamètre d_i.

Diamètre moyen des particules (déduit de la courbe de répartition).

Diamètre.	W. R. Smith.	J. B. Donnet.
d_A	247 Å	301 Å
d_S	324 Å	372 Å

---

(1) *Voir* par exemple : *Columbia Colloidal Carbon*, 2, 1942; 3, 1942; *The particle size and surface area of several type of com. Carbon Black*; Godfrey L. Cabot, Boston, 1949; Cabot, *Carbon Black under the electron microscope*, G. L. Cabot, 1949.

(2) J. H. L. Watson, *J. Appl. Phys.*, 18, 1947, p. 153.

(3) J. Hiller, *J. Appl. Phys.*, 19, 1948, p. 226.

(4) V. E. Cosslett, *J. Appl. Phys.*, 18, 1947, p. 844.

(5) J. H. L. Watson, *J. Appl. Phys.*, 19, 1948, p. 110.

(6) *Aqueous Carbon*. Dû au Docteur W. R. Smith de la G. L. Cabot, Boston, U. S. A.

(7) J. B. Donnet, *J. Chim. Phys.*, (à paraître).

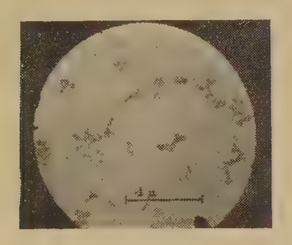
(8) Résultats, non publiés, communiqués par le Docteur W. R. Smith.

Compte tenu des erreurs sur les mesures de grandissement de chacun des microscopes électroniques, et des erreurs dans la mesure des dimensions des particules, l'accord est satisfaisant.

De plus, W. R. Smith a mesuré par une méthode indépendante (9) la surface spécifique de cet échantillon de noir de carbone; cette surface spécifique mesurée est en bon accord (10 %) avec la surface spécifique que l'on peut calculer à partir des mesures de dimensions des particules au microscope électronique.

Ainsi il semble bien que, dans notre cas, les mesures de dimensions sont reproductibles et concordantes avec d'autres mesures.

En ce qui concerne la détermination de la forme des particules de cet échantillon, l'examen de photographie de préparations sur film de collodion (*fig.* 1) ou de préparations ombrées à l'or (*fig.* 2) nous conduit à admettre que la forme sphérique représente assez bien la forme réelle des particules. La plupart des auteurs (10) attribuent d'ailleurs une forme à peu près sphérique aux particules des noirs qu'ils ont examinés, à l'exception d'observations sur des noirs d'acétylène (11) ou de noirs allemands (12).



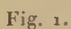


Fig. 1.



Fig. 2.

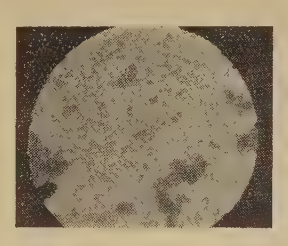


Fig. 3.

Nous voudrions signaler en terminant que nous avons bien observé, dans un cas particulier, des phénomènes de contamination.

Nous avons cherché à modifier la polarité du film support et dans ce but nous avons, entre autres, recouvert uniformément le film de collodion d'une couche de quelques angströms de beryllium (13). Dans ces conditions la contamination devient très nette en même temps que la transparence du film support diminue et que le grain augmente au cours du temps. La figure 3 donne l'aspect des particules après un bombardement d'une quinzaine de minutes.

---

(9) (Absorption d'azote) S. J. Brunauer, P. H. Emmett et E. J. Teller, *J. Amer. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 309.

(10) H. Heering, I. Gizycki et A. Kirsek, *Kautschuk*, 17, 1941, p. 56; C. E. Hall, *J. Appl. Phys.*, 19, 1948, p. 271; R. B. Anderson et B. H. Emmett, *J. Appl. Phys.*, 19, 1948, p. 367; *voir* également sous (1).

(11) J. H. L. Watson, *J. Appl. Phys.*, 17, 1946, p. 121; 20, 1949, p. 747.

(12) T. Schoon et H. W. Koch, *Kautschuk*, 17, 1941, p. 1.

(13) E. Ribi et B. G. Ränby, *Experientia*, 6, 1950, p. 27.

Conclusion. — Nous pensons que nos mesures de dimensions ne sont pas faussées grossièrement par les phénomènes de contamination; la forme des particules examinées est approximativement sphérique.

La contamination apparaît si les observations sont faites sur films de beryllium.

OPTIQUE. — *Sur les propriétés optiques des couches métalliques très minces.* Note de M. **Florin Abelès**, présentée par M. Jean Cabannes.

Dans une précédente Note [1] nous avons indiqué une méthode commode pour déduire des mesures des facteurs de réflexion côté air (R) et côté verre (R′) et du facteur de transmission (T) d'une lame mince métallique les paramètres qui la caractérisent, à savoir son indice de réfraction complexe *n-ik* et son épaisseur *d*. Ceci nous a permis d'examiner d'une façon plus complète qu'on ne l'a fait jusqu'à présent divers résultats expérimentaux et d'en tirer certaines conclusions préliminaires.

Il y a relativement peu d'auteurs qui ont mesuré à la fois R, R′ et T pour une même couche métallique mince et pour diverses longueurs d'onde (λ) de la lumière incidente. Nous nous sommes servi des mesures de Krautkrämer [2] et Goos [3]. Une partie des résultats obtenus se trouvent dans le tableau ci-dessous.

	1.			2.		
λ (mμ).	*d* (mμ).	*n.*	*k.*	*d* (mμ).	*n.*	*k.*
700......	58,79	0,6714	0,3085	55,54	0,6945	0,4298
650......	44,81	0,642	0,521	49,28	0,7483	0,5113
600......	44,33	0,7411	0,5326	44,87	0,7815	0.4834
550......	42,71	0,7628	0,4869	42,44	0,7250	0,3808
500......	46,51	0,7295	0.3286	36,82	0,6725	0,3187
450......	35,50	0,7064	0,2852	35,93	0,6751	0,2719

	3.		
λ (mμ).	*d* (mμ).	*n.*	*k.*
700......	43,03	0,8763	1,192
650......	43,19	0,7204	0,9731
600......	41,33	0,6420	0,7435
550......	35.95	0,6181	0,6333
500......	33,63	0,6671	0,5531

	4.		
λ (mμ).	*d* (mμ).	*n.*	*k.*
1050......	44,56	0,5112	0,3350
578......	19,52	1,543	1,202
435......	16,20	1,095	0,8821
365......	7,40	0,8899	0,9017
313......	8,89	0,9862	0,3051
302......	9,83	1,036	0,3472

1, 2, 3 : Krautkrämer, lames d'or évaporées, épaisseurs repérées : 1,7 mμ, 2 mμ, 3,5 mμ;

4 : Goos, lame d'argent déposée par projection cathodique, épaisseur repérée : 2,51 mμ.

---

(1) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 958.

(2) *Ann. Physik*, **32**, 1938, p. 537.

(3) *Z. Physik*, **100**, 1936, p. 95.

Ces résultats sont obtenus par la méthode indiquée plus haut et qui n'est qu'approchée. En recalculant, à l'aide des formules rigoureuses relatives aux lames minces homogènes et isotropes, les valeurs de R, R′ et T, compte tenu des valeurs de n, k, et d indiquées dans ces tableaux, on ne retrouvera pas exactement les valeurs mesurées des facteurs de réflexion et de transmission. Toutefois, les différences R_{calc}-R_{mes}, etc. ne sont que de quelques unités de la troisième décimale tant que les produits $4\pi nd/\lambda$ et $4\pi kd/\lambda$ sont inférieurs à l'unité, ce qui est toujours le cas ici. Ces différences ne sont donc certainement pas supérieures à l'erreur expérimentale commise sur R, R′ et T.

On constate que, pour une même couche, l'épaisseur calculée à partir de R, R′ et T est fonction de la longueur d'onde. Ceci indique qu'on ne peut assimiler les couches dites « très minces » à des lames à faces parallèles homogènes et isotropes, autrement dit que l'application des formules classiques aux valeurs de R, R′ et T mesurées n'est pas permise. Nous supposons que ceci est dû au fait que, ces couches étant formées d'amas séparés par des espaces vides, elles diffusent la lumière. On remarquera que, dans tous les cas que nous avons étudiés, d est une fonction qui varie dans le même sens que λ, tout au moins pour $1050\,\text{m}\mu > \lambda > 365\,\text{m}\mu$. D'autre part, pour une longueur d'onde et une substance données, les épaisseurs calculées diminuent lorsque les épaisseurs repérées (c'est-à-dire déduites de la masse de métal évaporée en supposant que la densité de la couche est la même que celle du métal massif) augmentent.

Pour une couche donnée, d calculée varie d'autant moins avec λ que d repérée est plus grande, autrement dit, à mesure que les espaces vides entre les amas se remplissent. En ce qui concerne n et k, on constate que, si l'on désigne par n_m et k_m les valeurs correspondant, pour la même longueur d'onde, à une couche opaque (et probablement sans « trous »), l'on a $n_m < n < 1$ et $k < k_m$, le sens de la première inégalité étant probablement renversé lorsque $n_m > 1$. Pour une longueur d'onde et une substance données, k augmente avec d repérée, c'est-à-dire avec le remplissage de la couche.

Remarquons enfin qu'à des valeurs de R, R′ et T données correspondent, dans le cas général, des couples de valeurs de d, n et k. Les valeurs de d sont très rapprochées; par contre, les deux valeurs de n et de k diffèrent beaucoup l'une de l'autre. Nous les avons choisies de façon que le produit nk ait la plus grande des deux valeurs possibles. Ainsi, dans le cas de l'exemple 4, pour $\lambda = 1050\,\text{m}\mu$, on trouve les deux solutions : $d = 44{,}56\,\text{m}\mu$, $n = 0{,}5112$, $k = 0{,}3350$ et $d = 43{,}13\,\text{m}\mu$, $n = 1{,}731$, $k = 0{,}1091$ et nous avons choisi la première de ces solutions. Dans la plupart des cas, l'écart entre les valeurs de n et de k correspondant à une même couche et une même longueur d'onde n'est pas aussi important. Signalons aussi que nous avons tenu compte de la dispersion de l'indice de réfraction du support.

SPECTROSCOPIE. — *Dispositif pour l'étude spectrale de faibles luminescences dans le proche infrarouge.* Note de MM. **Georges Déjardin** et **René Falgon**, présentée par M. Jean Cabannes.

Les tubes convertisseurs d'images, employés comme récepteurs avec les spectrographes à prismes (1) ou à réseau (2), permettent d'explorer l'infrarouge jusqu'à 12 000 Å environ. Les radiations qui apparaissent sur l'écran luminescent du tube peuvent être observées visuellement ou photographiées. Toutefois, la brillance générale de l'écran, due à l'émission parasite de la photocathode, rend ce procédé difficilement applicable à l'étude spectrale des faibles luminescences. Ayant en vue quelques applications géophysiques et astronomiques, nous avons réalisé un dispositif constitué par un spectrographe très lumineux associé à un convertisseur dont la photocathode peut être maintenue très longtemps à une température assez basse pour que son émission thermionique soit considérablement réduite.

Le spectrographe à fente comprend deux gros prismes de flint et un objectif $f/1,4$ de 10 cm de longueur focale. Le récepteur est une petite lunette électronique, du type « Bildwandler-triode » (3), fonctionnant sous une tension d'environ 12 000 V. Son écran est une couche de sulfure-séléniure de zinc activé au cuivre, émettant une large bande spectrale avec maximum dans le vert (4). La chambre de réfrigération est constituée par un tube de carton bakélisé serré entre deux flasques de bakélite, l'étanchéité étant assurée par des joints annulaires en feuille de « silastic », qui conserve son élasticité à basse température. Le convertisseur, logé dans cette enceinte, traverse le flasque arrière auquel il est fixé par l'intermédiaire d'un manchon de caoutchouc comprimé par un anneau de « plexiglas ». L'ouverture correspondante du flasque avant est recouverte, en face de la photocathode, d'un disque de quartz fixé par une rondelle métallique et deux joints de « silastic ». La réfrigération est obtenue à l'aide de deux enroulements coaxiaux de tube de cuivre (diamètre : 10 mm; longueur totale utile : 2,4 m) disposés autour du convertisseur et séparés de celui-ci par un mince manchon isolant (feuille d'un matériau cellulosique). Les deux extrémités du tube de cuivre, ainsi que les fils conducteurs reliés aux électrodes du convertisseur, traversent également le flasque arrière (avec interposition de joints étanches ou de bouchons de paraffine). Une petite

---

(1) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1417; 229, 1949, p. 1211.

(2) R. Falgon, *Thèse de Doctorat*, Lyon, 1950.

(3) W. Schaffernicht, *Physikal. Blätter*, 4, 1948, p. 4-10.

(4) Il serait préférable, à certains égards, d'avoir recours à une willémite à grain plus fin et donnant une post-luminescence cathodique beaucoup moins accusée.

quantité de gel de silice est placée dans l'enceinte. Celle-ci est entourée d'un gros bloc calorifuge constitué par des plaques d'ébonite-mousse évidées et collées les unes sur les autres. L'ensemble est monté sur un patin coulissant dans une glissière, afin de pouvoir mettre au point le spectre infrarouge sur la portion centrale de la photocathode, dont le rayon de courbure est de 50 mm.

Le « serpentin » réfrigérant est raccordé à un compresseur chargé au fréon 12 donnant, dans les enroulements, une température de — 40 à — 45° C. Pour éviter le givrage des faces externes du disque de quartz et du convertisseur (écran), et maintenir un excellent isolement entre les fils sous tension, tous les éléments du dispositif, y compris la lentille collimatrice et les prismes du spectrographe, ainsi que l'objectif de la chambre photographique disposée derrière l'écran du convertisseur, sont placés dans un vaste caisson étanche dont l'atmosphère est maintenue absolument sèche (gel de silice). Lorsque le groupe frigorifique fonctionne depuis un temps suffisant (environ 1 h), l'œil adapté à l'obscurité ne distingue aucune luminescence résiduelle de l'écran quand on applique la tension entre les électrodes extrêmes du convertisseur.

La réplique visible du spectre infrarouge qui apparaît sur l'écran est photographiée à l'aide d'un objectif $f/1,5$ de 50 mm de longueur focale, la mise au point étant effectuée de manière à former, sur la plaque, une image agrandie dans un rapport voisin de 2,8. Dans ces conditions, la dispersion linéaire sur les clichés, qui dépend aussi du grandissement du convertisseur (environ 1/2), varie de 725 Å : mm à 8 000 Å à 1680 Å : mm à 11000 Å.

Nous avons éprouvé les qualités optiques du dispositif et le bon fonctionnement du convertisseur en enregistrant, sans refroidir l'enceinte, avec des poses de l'ordre de la seconde ou de la minute, le spectre du rayonnement direct ou diffusé de diverses sources (argon, mercure-argon, argon-hélium, etc.). Compte tenu de la faible dispersion, de la double conversion, de la courbure de la photocathode et du grain de l'écran, les clichés ainsi obtenus sont très satisfaisants. Avec la lampe à mercure-argon, on distingue tous les détails essentiels du spectre de l'argon (par exemple, la raie 8 265 Å apparaît très nettement entre les groupes intenses 8104-8115 Å et 8 408-8 425 Å), ainsi que les raies 10140 Å et 11286 Å du mercure. La définition, appréciée sur les meilleurs spectrogrammes, correspond à une distance de 60 à 70 μ.

D'autre part, après avoir refroidi l'enceinte, nous avons examiné le rayonnement diffusé par un écran blanc placé à 3,5 m d'une lampe à argon de 15 W. Le spectre de l'argon peut alors être photographié avec une pose de 3 h sur plaque Eastman-Kodak 103 *a*-G. Enfin, nous avons placé, sur la fente du spectrographe, un filtre sensiblement neutre de densité 4

et observé, dans ces conditions, le rayonnement diffusé par l'écran blanc éclairé par une lampe à incandescence (température de couleur voisine de 2 500° K) située à une distance telle que la brillance du diffuseur, vu à travers le filtre, soit voisine de 2.10^{-8} bougie : cm². Le spectre continu extrêmement faible, ainsi formé sur l'écran luminescent, peut être distingué, après adaptation de l'œil à l'obscurité, à travers l'objectif photographique. Nous l'avons photographié jusqu'à 11500 Å environ, sur plaque 103 *a*-G, avec une pose de 7 h. Ce spectre continu et, dans le cas précédent, les raies de l'argon, apparaissent sur un fond parfaitement clair.

Un appareil à réseau, conçu d'une manière analogue, est actuellement en cours de réalisation.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur le schéma nucléaire du thorium* C′. Note de M. **Salomon Rosenblum**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Des relations de la forme $1+(1/n)$ ou $2+(1/n)$, n étant un petit nombre positif entier, existent entre certains groupes γ.

Les deux groupes γ les plus importants du radium C′* et qui sont connus par les rayons β de conversion sont par exemple dans le rapport 7/3. On a, en effet, $E_\gamma 1414 = (7/3) E_\gamma 606$.

D'autres relations moins frappantes existent encore dans radium C′* et $\mathrm{An} \xrightarrow[\gamma]{\alpha} \mathrm{AcA}^*(Z=84)$.

Dans une Note récente, A. Rytz (¹) a signalé un nouveau groupe de longs parcours α_{III}, séparé de 1681 KeV du groupe fondamental du ThC′.

[Le rayonnement γ correspondant à α_{III} n'est pas connu, mais en utilisant le rayonnement $\beta \mathrm{Pa}_2$ (²), on obtient $727+949=1676{,}6$ valeur plus faible, mais compatible avec ΔE_α]. On remarquera que la fraction 1681/727 est également voisine de 7/3. L'énergie γ correspondant à α_{I} est donnée (³) comme égale à 1802 KeV ($\Delta E_\alpha = 1803$), on trouve $1802/727 \cong 5/2$.

Il nous semble intéressant de signaler que les énergies des niveaux d'excitation du ThC′ sont bien décrits par la formule $E_n = k[2+(1/n-2)]+\varepsilon$ ε étant un petit terme correctif et n un nombre entier $\geqq 1$.

Nous admettons provisoirement pour ε 13 KeV et pour k

$$715\,\mathrm{KeV} \cong \frac{1}{4\pi} E_{\alpha_0} \mathrm{ThC}'.$$

Pour $n=1$, nous avons, d'accord avec ΔE_α et E_γ, le niveau 728 KeV. (Pour $n=2$, la formule indique un niveau à l'infini.)

(¹) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 790.

(²) Surugue, *Annales de Physique*, 8, 1937, p. 528-530.

(³) Ellis, *Int. Conf. on Physics London*, 1, 1935, p. 48.

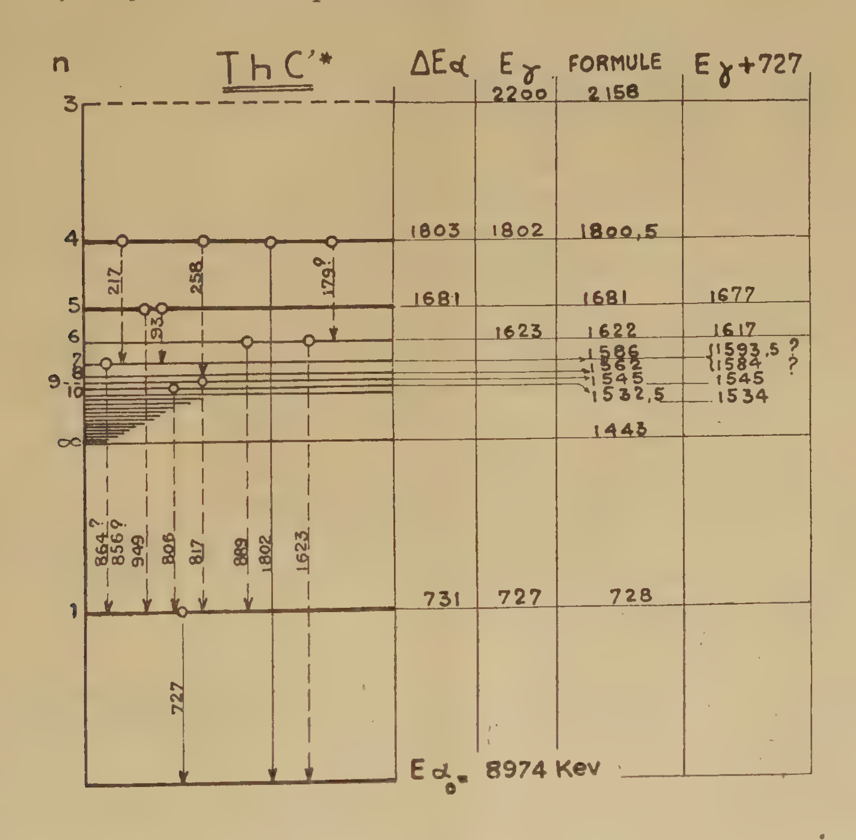
Pour $n=3$, on trouve le niveau 2158 keV; or, Latyschev ([4]) attribue au Th C′ un niveau vers 2200. Si notre formule est exacte, on devrait trouver une valeur un peu plus faible. (Nos résultats expérimentaux préliminaires pour confirmer l'existence de ce niveau indiquent que l'intensité du groupe de rayons de longs parcours correspondant doit être très faible. Une intensité supérieure à 1/1 000 de α_1, soit $\sim 10^{-7}$ du groupe principal du Th C′, n'aurait probablement pas échappé dès à présent.)

Pour $n=4$, on a 1800,5, en accord avec l'expérience.

Pour $n=5$, nous trouvons 1681, correspondant à $\Delta E_\alpha = 1681$ keV.

Pour $n=6$, nous trouvons 1622, correspondant à $E_\gamma = 1623$ ([3]).

Nous prévoyons encore des niveaux vers 1586, 1562, 1545, 1532 et 1522 pour $n=7$, 8, 9, 10 et 11 respectivement.



Pour $n=11$, les niveaux se suivent de trop près pour permettre des prévisions utiles. La formule indique une limite vers 1443 pour $n=\infty$; il ne pourrait donc pas y avoir de niveau compris entre cette valeur et 727 keV dans notre série. De même aucun niveau, excepté celui $\simeq 2158$, ne saurait exister au delà de 1800 keV.

([4]) *Rev. Mod. Phys.*, 19, 1947, p. 132.

Ajoutons que la formule permettrait de classer la majeure partie des 10 groupes $\beta(2)$ du dépôt actif du Th, compris entre 688 et 870 keV et quelques autres groupes moins pénétrants.

On peut envisager les rayonnements γ pénétrants suivants :

$$688 + 93\,(K) = 781, \quad \text{de même} \quad 763 + 17\,(L_1) = 780\ \text{keV},$$
$$772 + 93\,(K) = 865, \quad \text{de même} \quad 847 + 17\,(L_1) = 864\ \text{keV},$$

et peut-être

$$796 + 93\,(K) = 889, \quad \text{de même} \quad 870 + 17\,(L_1) = 887\ \text{keV},$$

Les groupes $724 + 93 = 817$ et $713 + 93 = 806$ et $763 + 93 = 856$ keV sont également possibles (*voir* figure).

[La coïncidence $781 + 727 = 1508$ avec 1507 ($n = 13$) n'est plus significative. Les rayonnements γ 949 et 864 ont déjà été proposés par Ellis (5). Les passages indiqués en pointillé sur la figure n'ont aucun caractère de certitude, mais ils montrent l'intérêt d'une meilleure connaissance des groupes γ, β en question.]

Les expériences en cours apporteront peut-être des nouvelles données qui permettront de trouver les limites de validité de la formule et des valeurs numériques plus exactes des constantes. Mais, dès maintenant, il nous semble légitime de se demander si le schéma nucléaire du Th C′ n'était pas décrit par une série de la forme proposée. Le noyau du Th C′ étant constitué par des « couches » complètes de protons et de neutrons additionnées d'une seule « particule », α est peut-être d'une constitution qui rend le schéma de niveaux particulièrement simple.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur la mise en évidence d'états excités de* Be^8 *et* Li^7 *dans la désintégration du béryllium par les deutérons.* Note (*) de MM. **Pierre Cüer** et **Jean J. Jung**, présentée par M. Louis Leprince-Ringuet.

Une étude détaillée du spectre de désintégration de Be^9 par les deutérons de 0,3 à 1,5 MeV du générateur de Strasbourg nous a permis de mettre en évidence pour la première fois la réaction $Be^9(dt)^*Be^8$, $^*Be^8 \to 2\alpha$, $E_{exc} \sim 3$ MeV et de confirmer la production appréciable de $^{**}Li^7$, $E_{exc} \sim 4{,}65$ MeV. Nous avons, en outre, établi dans ce dernier cas la transition $^{**}Li^7 \to t + \alpha$. Ces schémas s'opposent donc aux idées actuelles proposées par Inglis (1), selon lesquelles la réaction $Be^9(d\,2\alpha)t$ serait simultanée, sans passage intermédiaire par l'un des niveaux excités de Be^8 et Li^7.

On sait que les diverses réactions de compétition fournissant des particules chargées mises en évidence jusqu'ici dans $Be^9 + d$ sont $\alpha + Li^7$ et $^*Li^7$,

(5) *Pro. Roy. Soc.*, 138, 1932, p. 338.

(*) Séance du 19 décembre 1951.

(1) *Phys. Rev.*, 78, 1950, p. 104.

$t + Be^8$, $p + Be^{10}$ et $^*Be^{10}$. Nos expériences antérieures (²) utilisant le Be^9 avaient montré l'existence de traces assez nombreuses dont le parcours était voisin des groupes α et des protons de $^*Be^{10}$. La production de $^*Be^8$ nous paraissait très probable depuis longtemps, mais la preuve convaincante de sa production a été relativement longue à obtenir, en raison de plusieurs difficultés : le parcours des tritons associés à cet état, dans le domaine d'énergie accessible pour nous, est confondu avec celui des α de $Be^9(d\alpha)Li^7$. La largeur appréciable du niveau de $^*Be^8$ entraîne une dispersion sensible des parcours. Les protons de $Be^9(dp)^*Be^{10}$ et $O^{16}(dp)^*O^{17}$ gênent la détermination exacte de la limite supérieure du groupe de tritons. Après de nombreuses tentatives basées sur les seules mesures de parcours pouvant fournir seulement des indications qualitatives, deux déviations magnétiques ont été réalisées pour aider la séparation. La première de 11700 Gauss sépare exactement le faisceau atomique. La seconde de 8300 Gauss dévie des particules de désintégration issues d'une cible de 0,5 μ de Be^9 évaporé sur 10 μ d'Au. La dispersion est effectuée après des diaphragmes de bonne géométrie placés à 90° du faisceau incident. L'éventail est recueilli sur une émulsion inclinée à 6°. Pour aider la discrimination des α et des tritons de parcours analogues, les Ilford D 1 ont été utilisées. Des mesures ont été effectuées parallèlement sur des E 1 à différentes tensions (0,4, 0,7, 1 et 1,3 MeV). Le nombre de traces douteuses pouvant appartenir à la fois aux deux groupes dans la région de coïncidence est de l'ordre de 7 %.

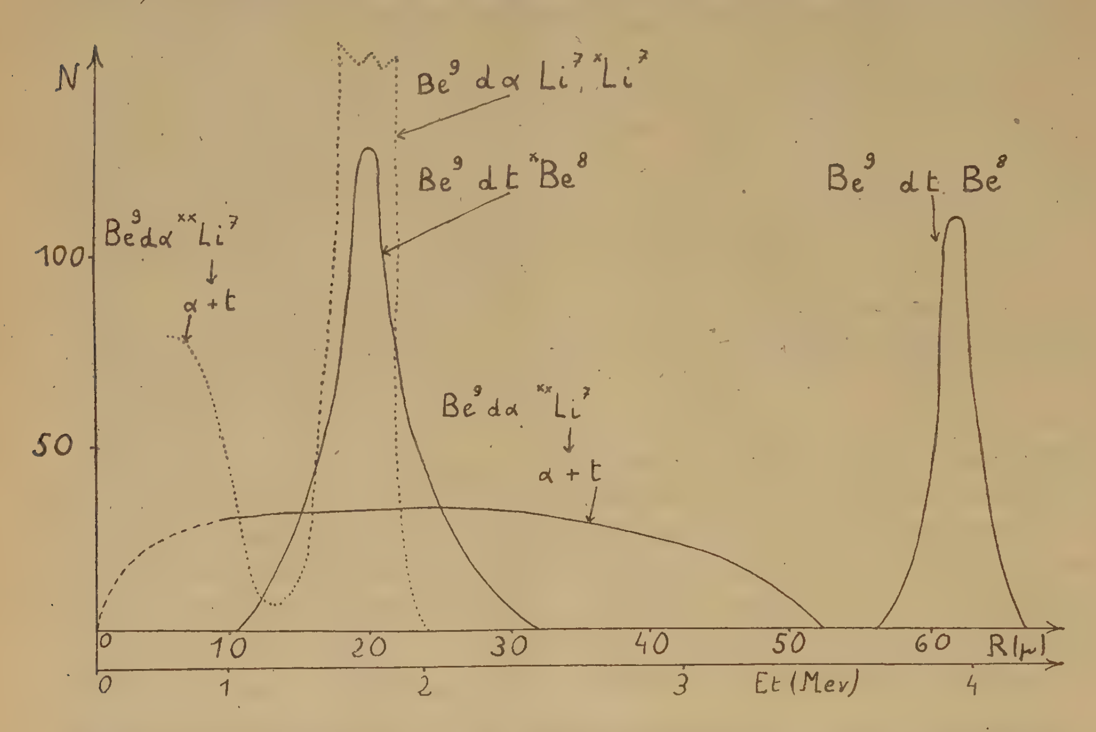
Par exemple, pour $E_d = 1$ MeV, on obtient un groupe continu de tritons s'étendant jusqu'à 50 μ qu'on peut décomposer immédiatement en un véritable continuum de limite supérieure $\sim$3,3 MeV et d'un groupe homogène de longueur 20 μ, de largeur 8 μ. L'interprétation d'Inglis (cassure immédiate) supposerait, par contre, une valeur supérieure de 61,6 μ (3,9 MeV) et ne donne aucune solution pour le groupe homogène qu'Inglis n'a pas discriminé.

Le groupe de tritons de 20 μ correspond à $Be^9(dt)^*Be^8$ où $^*Be^8$ est dans son premier état excité bien connu, $E_{exc} = 2,9$ MeV. La largeur expérimentale du niveau est trouvée de l'ordre de 0,8 MeV. Le continuum doit être interprété comme provenant de $Be^9(d\alpha)^{**}Li^7$ avec $^{**}Li^7 \rightarrow \alpha + t$ où Li^7 est dans un second état excité de $\sim$4,65 MeV confirmé récemment (³). La limite supérieure théorique dans ce processus est de $\sim$3,1 MeV pour les α correspondant à notre valeur expérimentale de $\sim$10,5 μ en accord avec la valeur limite trouvée par Inglis lui-même. Le cas d'une explosion simultanée exigerait une valeur limite de 3,4 MeV.

(²) P. Cüer, D. Magnac-Valette, J. J. Jung et S. Gorodetzky, *J. Phys. Rad.*, **11**, 1950, p. 41; P. Cüer et J. J. Jung, *J. Phys. Rad.*, **12**, 1951, p. 52 et *Sc. et Ind. Photog.*, **22**, 1951, p. 401.

(³) R. W. Gelinas, C. M. Class et S. S. Hanna, *Phys. Rev.*, **83**, 1951, p. 1260.

Pour $E_1 = 1$ MeV, on peut estimer expérimentalement à environ 50 % la probabilité du processus : $Be^9(d\alpha)^{**}Li^7 \to 2\alpha + t$ ($\sim 1000\ t$) par rapport à $Be^9(d\alpha)Li^7$ et $^*Li^7$ (1920 α). La probabilité de la réaction $Be^9(dt)^*Be^8$ (1100 tritons) est environ deux fois supérieure à $Be^9(dt)Be^8$ (470 traces). Il est



probable qu'on obtiendrait les autres états excités de Be^8 pour des énergies incidentes plus élevées. Remarquons que ces probabilités donnent une explication simple de l'existence d'un rapport constant en fonction de l'énergie des sections de désintégration de $Be^9(dp)Be^{10}$ et $Be^9(dt)Be^8$, puisque les fractions donnant les deux états excités énergétiquement voisins de Be^{10} et Be^8 suivent une loi analogue.

Les résultats expérimentaux pour $E_1 = 1$ MeV sur Ilford D 1 sont donnés dans la figure. Les tritons courts ont été décomposés en groupe homogéne et en continuum.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un effet photographique primaire produit par l'action combinée des rayons X et de la lumière.* Note de M. **Héliodose Tellez-Plasencia**, présentée par M. Jean Cabannes.

Des plages d'une émulsion au bromure d'argent, non sensibilisée, sont exposées aux rayons X ; la surface entière de l'émulsion, y compris ces plages, est ensuite soumise à la lumière blanche. L'intensité des rayons X ($\lambda = 0{,}22$ Å) est de 0,03 r : s ; celle de la lumière, de 500 lux, environ. Les temps de lumina-

tion varient, en progression géométrique, de 8 s à 1 h pour les rayons X, de 5 mn à plusieurs heures pour la lumière. Les films ne sont pas développés. Nous désignerons par D_F la densité réfléchie du fond, par D_x celle des plages, au-dessus du fond.

On constate les faits suivants :

1° Après l'action des seuls rayons X, $D_x = 0$; aucune image directe n'est visible, sauf pour des poses au-dessus d'une heure. Mais sous l'influence de la lumière, les plages ayant reçu la double lumination se détachent progressivement sur le fond, jusqu'à atteindre des valeurs de $D_x \sim 0,3$ pour des doses de 20 à 50 r. Au delà, D_x diminue; il y a donc un effet d'inversion de l'image primaire.

2° Le même effet se produit sur des émulsions au ClAg mais D_F croît plus vite. Pour les fortes doses, D_x peut devenir négatif (plages plus claires que le fond).

3° Si l'action de la lumière précède celle des rayons X, l'image n'apparaît pas. Elle apparaît après un deuxième éclairement postérieur. D_x est alors un peu plus grande que dans le cas 1°.

4° Si l'émulsion est traitée par un accepteur de brome (NO_2Na), D_x est plus grande, bien que D_F le soit aussi. En outre, le maximum de D_x n'est atteint qu'aux plus fortes doses; on n'a pas observé d'inversion.

5° Un oxydant de l'argent (CrO_3), agissant après les deux luminations, diminue D_x et D_F mais ne fait pas disparaître entièrement les plages.

6° Si, après les deux luminations, on transforme AgBr en AgI par l'action d'un iodure alcalin :

a. l'image s'affaiblit, mais ne disparaît pas; D_x reste d'abord positive;

b. plus tard, les plages s'affaiblissent plus vite que le fond, en commençant par les zones qui ont reçu les plus fortes doses de rayons X; D_x devient négative. Ce processus est relativement rapide sous l'action de la lumière, il se poursuit très lentement dans l'obscurité.

7° Si l'on dissout AgBr dans une solution alcaline de $S_2O_3Na_2$, les plages apparaissent, en général, plus transparentes que le fond; celui-ci offre un aspect opalin, indiquant un fort degré de dispersion de l'argent.

L'effet de « développement par la lumière » semble avoir été connu (1). Il n'a pourtant pas fait, à notre connaissance, l'objet d'une étude monographique. Seuls M. Volmer et K. Schaum (2) mentionnent un effet d'addition de la lumière et des rayons X sur l'image latente primaire; mais il s'agit, au contraire de ce que nous constatons, d'une sommation incomplète « d'autant plus, que les courbes caractéristiques (après développement) sont plus différentes ».

---

(1) L. P. Clerc, *Structure et propriétés des couches photographiques*, 1939, p. 105.

(2) *Z. S. für wiss. Phot.*, **14**, 1914, p. 1-14.

Les faits que nous citons prouvent qu'il existe, pour l'image directe des rayons X une courbe caractéristique complète, avec une zone d'inversion, déterminée par la lumière et influencée par les accepteurs de Br. Les actions combinées de la lumière et des rayons X pourraient être attribuées à des échanges entre les images interne et externe.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude de l'adsorption de l'oxygène sur le carbone par son émission thermoélectronique.* Note (*) de M. **Xavier Duval**, présentée par M. Pierre Jolibois.

Les recherches sur le mécanisme d'oxydation du carbone à haute température et sous basses pressions ont posé dès l'origine la question de l'existence d'un film d'oxygène chimisorbé. Langmuir (1) le premier a supposé la présence d'un tel film qui serait stable jusqu'à 2200° K; cette idée a été reprise plus tard sous une forme un peu différente par L. Meyer (2). Ces auteurs ont proposé des mécanismes d'oxydation tenant compte de cette hypothèse, suggérée plutôt par la cinétique de la réaction que par mesure manométrique directe, étant donné que le film monomoléculaire correspond à une quantité de gaz trop faible pour être détectée avec certitude.

Nous avons abordé cette étude d'une autre manière. On sait, en effet, depuis les travaux de Langmuir, que l'influence des gaz sur l'émission thermoélectronique constitue un test extrêmement sensible de film adsorbé; par exemple, l'oxygène abaisse l'intensité de l'émission du tungstène de plusieurs puissances de dix.

Nous mesurons donc l'émission thermoélectronique d'un filament de carbone dans un tube évacué de façon continue par deux pompes à diffusion à vapeur de mercure disposées en série et reliées à l'appareil par l'intermédiaire de deux pièges à air liquide. Un dispositif permet d'établir dans le tube un courant d'oxygène sous une pression connue. La partie de l'appareil sous très haut vide ne comporte aucun robinet ou rodage; l'anode du tube à émission électronique est constituée par une couche mince de platine déposée sur le verre par pulvérisation cathodique.

Toutes autres précautions habituelles sont prises afin d'obtenir un vide poussé.

Les constantes d'émission de l'équation de Richardson-Dushman que nous avons mesurées dans ces conditions sont en accord avec les deux déterminations

---

(*) Séance du 19 décembre 1951.

(1) *J. Amer. Chem. Soc.*, 1915, p. 1154.

(2) *Z. physik. Chem.*, B, 17, 1932, p. 385.

les plus récentes, celles de Reimann [3] et de Glockler et Sausville [4], à savoir $\Phi \simeq 4,4$ V et une valeur de A comprise entre 1 et 100, c'est-à-dire « normale ». Une série d'expériences comportant l'introduction d'oxygène pendant plusieurs minutes sous des pressions variant de 5.10^{-5} à 5.10^{-4} mm Hg, et à des températures du filament s'étendant de 1150 à 2000° K, ne montrent *aucune influence décelable* de l'oxygène. Ce résultat semblerait indiquer qu'il n'y a pas formation de film d'oxygène dans ces conditions.

Bien que les mesures de Reimann aient été faites dans des conditions rigoureuses de vide (tube scellé avec getter), on pouvait objecter que les constantes d'émission ainsi déterminées correspondaient à une surface déjà contaminée [5].

Nous avons levé cette objection en mesurant simultanément dans le même appareil l'émission du carbone et l'émission du tungstène, celle-ci étant connue, soit dans le vide, soit en présence d'oxygène, par les mesures de Kingdon [6]. La pression de gaz susceptibles de contaminer la surface (O_2, CO_2, H_2O) est appréciée en mesurant par son émission thermoélectronique la vitesse de recouvrement du tungstène, après vaporisation préalable du film à 2800° K; la mesure est effectuée à une température à laquelle sa vitesse de vaporisation est négligeable. Dans ce cas, le temps nécessaire à la formation du film peut atteindre plusieurs minutes (ce qui correspond à des pressions de l'ordre de 10^{-8} mm Hg).

Dans ces conditions de vide, en appliquant le même traitement au filament de carbone (c'est-à-dire après vaporisation du film éventuel par chauffage un court instant à une température à laquelle le carbone lui-même se vaporise, soit environ 2800° K), l'émission revient *immédiatement* à sa valeur normale, correspondant aux constantes données ci-dessus. Ceci montre clairement que l'émission observée est celle d'une surface non contaminée.

L'ensemble de ces résultats montre que dans les conditions de température (1150 à 2000° K) et de pression (5.10^{-5} à 5.10^{-4} mm Hg) citées plus haut, il n'y a pas formation d'un film d'oxygène sur le carbone. Si d'autre part l'oxygène s'introduisait entre les plans du réseau comme l'a admis Meyer [2] pour des températures inférieures à 1400° K, ce phénomène influerait très vraisemblablement sur les constantes de l'émission électronique. Il reste cependant possible que l'adsorption ait lieu par sites sur une très faible fraction de la surface, auquel cas elle ne se traduirait que de façon négligeable sur l'émission.

---

(3) *Proc. Phys. Soc.*, 50, 1938, p. 496.

(4) *J. Electrochem. Soc.*, 95, 1949, p. 292.

(5) Pour fixer les idées, sous une pression de 10^{-6} mm Hg, une surface vierge se recouvre en effet en un temps très court, de l'ordre de la seconde.

(6) *Phys. Rev.*, 24, 1924, p. 510.

Des essais analogues effectués avec de l'hydrogène n'ont montré de même aucune influence de ce gaz.

Les détails de ces expériences seront publiés ultérieurement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Le rôle des facteurs physiques dans le passage des hydrosols à travers une barrière d'huile.* Note de M. **Wladislas Kopaczewski**, présentée par M. Albert Demolon.

Nous avons démontré la réalité du passage des hydrosols colorés à travers une barrière formée de fibres de cellulose, dont le réseau capillaire fut imbibé par des lipides variés ([1]); nous avons rappelé à ce sujet les expériences de Chevreul, publiées en 1809, sur les « affinités capillaires ». Récemment ([2]) M. Henri Devaux a attiré l'attention sur ses propres observations de 1912 ([3]), d'après lesquelles non seulement une telle traversée est possible, mais peut même être accélérée. Ses observations furent effectuées dans des conditions très complexes; en effet, le papier à écrire n'est pas un simple réseau capillaire formé de fibres cellulosiques : il contient des charges (kaolin, talc, amiante, etc.), des collants (sulfate d'Al, résinates, etc.), des liants (silicate d'Al, gélatine, caséine, fécule, etc.), des plastifiants (savons, cires, huiles solubles, etc.), des pigments et des sels; d'autre part, dans la composition de l'encre communicative entrent, en dehors d'un colorant, des stabilisants variés; de sorte que le passage à travers un tel support se complique de phénomènes autres que l'affinité capillaire ou électrocapillaire : d'après l'auteur lui-même, le papier gélatiné est impropre à cette expérimentation et la dissolution intervient ([4]). Ces observations ont une importance particulière, précisément en raison de cette complexité : elles permettent d'envisager une analogie avec la perméabilité des tissus organiques sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

En continuant nos recherches sur le passage des hydrosols à travers la barrière lipidique, nous nous sommes demandé dans quelle mesure il est influencé par les facteurs physiques. Voici les résultats que nous avons enregistrés dans les conditions expérimentales précédemment décrites et en utilisant, comme lipide, l'huile d'amandes douces purifiée et, comme support, le papier filtre pur chiffon, vergé, découpé en bandes de 1 cm de largeur huilées sur une hauteur de 6 cm.

([1]) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 956.

([2]) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1325.

([3]) *J. Phys. Rad.*, 5e série, 1912, p. 891.

([4]) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1326.

a. Température. — En expérimentant à 6° C, 13° C et 20° C, nous avons constaté que l'ascension est d'autant plus accentuée que la température est plus élevée.

b. Hygrométrie. — Nous avons fait varier le degré d'hygrométrie de 45 % à 85 %, en passant par 65 % : la pénétration est plus accentuée lorsque l'humidité est faible.

c. Age. — Nous avons opéré avec du papier filtre vieux de 28 ans, avec des hydrosols colorés conservés 3 ans, avec des huiles âgées d'environ 20 ans (huile de paraffine) et de plus de 40 ans (huile de croton). En vieillissant, ces huiles deviennent moins perméables aux hydrosols colorés, quelle que soit leur charge électrique; les hydrosols vieux montent plus haut dans les interstices capillaires du papier filtre huilé, mais l'intensité de la coloration est plus faible que dans le cas des dispersions fraîches. L'ascension dans le papier filtre vieux affecte une allure particulière; on assiste à l'apparition des arborescences et non à une coloration régulière avec un liséré foncé à la partie supérieure; notons qu'en l'absence de la barrière lipidique ces arborescences ne se produisent pas. Avant d'atteindre un équilibre, l'ascension dans les interstices capillaires huilés prend une *allure périodique*, en fonction de l'âge de l'huile, les premiers jours tout au moins. Il est donc nécessaire d'accompagner chaque série expérimentale d'un témoin.

d. Viscosité. — En additionnant les dispersions colorées, soit de saccharose (concentration finale à 2 %), soit de carboxy-méthyl-cellulose (concentration finale à 0,2 %), on affaiblit la pénétration.

e. Tension interfaciale. — Nous avons choisi plusieurs corps synthétiques amphotères, qui abaissent les tensions aux interphases à quelques dynes : cm : dans tous les cas la pénétration a été fortement accentuée avec la formation de fortes condensations à la périphérie.

f. Hydratation micellaire. — Lorsque les substances tensio-actives sont de nature colloïdale, le phénomène d'hydratation propre de leurs micelles entre en jeu : ainsi la sapamine F. L. ou l'oléate de Na, ramenés au pH = 7,0, tout en accentuant la concentration à la périphérie des colorants colloïdaux, diminuent la hauteur de l'ascension aussi bien des colorants que de l'eau.

g. Charge électrique. — En introduisant des anions ou des cations dans les hydrosols colorés, on assiste à l'annulation du passage des colorants électronégatifs et à l'accentuation de la pénétration des colorants électropositifs, lorsque l'ion introduit porte une charge positive, et *vice versa*. Soulignons, toutefois, que l'intensité de cette charge n'est pas le seul facteur déterminant : ainsi, les actions des ions bivalents Ca et Mg sont bien différentes : l'hydratation et la mobilité propres de ces ions n'expliquent pas ces écarts. Il en est de même pour l'acide lactique et le cation trivalent Al : le premier, tout en affaiblissant nettement l'ascension du colorant

négatif, accentue très fortement celle du colorant positif, tandis que le second supprime la pénétration du premier sans changer celle du second. Des écarts analogues s'observent avec les anions (phosphate trisodique, soude caustique, etc.).

Conclusions. — 1° Les facteurs physiques modifient la traversée des barrières lipidiques par les hydrosols colorés.

2° Leur action est, en général, superposable à celle que nous avons décrite en étudiant la pénétration des hydrosols dans les interstices capillaires du papier filtre non imbibés de lipides variés ([5]).

CHIMIE DES COMPLEXES. — *Étude spectrophotométrique du complexe oxalomolybdique.* Note de M. **Arakel Tchakirian** et Mlle **Ophélia Vartapetian**, présentée par M. Paul Lebeau.

Au moyen de courbes potentiométriques de titrage à différentes dilutions, Souchay ([1]) a déterminé le mode de formation d'un complexe oxalomolybdique en solution aqueuse. Une autre série de composés, les dimolybdooxalates et l'acide correspondant, isolés par Rosenheim ([2]), semblent très fortement dissociés en solution ([3]).

Il nous a paru intéressant de reprendre cette étude par la méthode des variations continues de P. Job ([4]) qui permet, non seulement de fixer la constitution du complexe en solution, mais aussi d'en évaluer la stabilité.

L'acide oxalomolybdique signalé par Péchard ([5]) a pu être identifié dans les mélanges en proportions variables d'acide molybdique et d'acide oxalique de même concentration. En effet, leur densité optique dans l'ultraviolet s'écarte des valeurs obtenues par l'application de la règle d'additivité, et l'écart maximum correspond à une composition de 50 % en chacun des constituants.

Il est probable que les deux acides s'unissent molécule à molécule pour donner naissance à un composé d'addition, suivant l'équation :

$$C_2O_4H_2 + MoO_3 \rightleftharpoons [C_2O_4 - MoO_3]H_2.$$

([5]) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1530; **184**, 1927, p. 1443; **185**, 1927, p. 450 et **187**, 1928, p. 1758; *Protoplasma*, 3, 1928, p. 345; 5, 1928, p. 14 et 481; *Traité de Biocolloïdologie*, 1, 1930, p. 490 et 3, 1932, p. 156; *L'état Colloïdal et l'Industrie*, 2e édit., 2, 1949, p. 424-445.

([1]) *Bull. Soc. Chim.*, 1949, p. 125.

([2]) Rosenheim et Bertheim, *Z. anorg. Chem.*, **34**, 1903, p. 427.

([3]) Honnelaitre, *Ann. Chim.*, 3-4, 1925, p. 10.

([4]) *Ann. Chim.*, 9-10, 1928, p. 113.

([5]) *Comptes rendus*, **108**, 1889, p. 1052.

Du reste, on peut constater chimiquement la dissimulation des radicaux molybdique et oxalique dans l'anion complexe, vis-à-vis de leurs réactifs habituels : nitrate d'argent et chlorure de calcium.

Toutefois la stabilité de l'anion complexe n'a pu être déterminée par l'étude des mélanges non équimoléculaires des deux acides, du fait que leurs absorptions sont très différentes aux longueurs d'onde utilisées, et que les écarts à la loi des mélanges sont trop faibles pour permettre une évaluation précise de la « composition maximum ».

Les mélanges de molybdate de sodium et d'acide oxalique conviennent beaucoup mieux à une étude spectrophotométrique du composé oxalomolybdique.

A concentration égale, les deux constituants sont transparents pour les longueurs d'onde où le complexe absorbe fortement la lumière.

De 2600 à 3000 Å le maximum d'absorption très net, se produit toujours pour 50 % de chacun des composants, quelle que soit leur concentration commune entre M/200 et M/2000.

Ceci caractérise la formation du complexe par action d'une molécule de molybdate de sodium sur une molécule d'acide oxalique qu'on peut formuler, puisque nous opérons en solution étendue :

$$(1) \qquad MoO_4^{--} + C_2O_4^{--} + 2H^+ \rightleftharpoons [MoO_3 - C_2O_4]^{--} + H_2O.$$

L'étude des mélanges non équimoléculaires confirme ce résultat. Mélangeons un volume $(1-x)$ de molybdate de concentration Γ, à un volume x, d'acide de concentration $\Gamma' = p\Gamma$. Traçons pour diverses longueurs d'onde, la courbe de la densité optique des mélanges en fonction de x. L'abscisse du maximum d'absorption détermine la « composition maximum » x_M.

Nous avons utilisé des solutions à force ionique constante par addition d'un gros excès de NaCl; dans ces conditions on peut appliquer la loi d'action de masses aux concentrations, pour l'équilibre (1), et écrire la constante de dissociation de l'ion complexe.

$$K = \frac{C_{MoO_4^{--}} \times C_{C_2O_4^{--}} \times C^2_{H^+}}{C_{[C_2O_4-MoO_3]^{--}}} = \frac{C_{MoO_4^{--}} \times 4C^3_{C_2O_4^{--}}}{C_{[C_2O_4-MoO_3]^{--}}}.$$

Cette quantité se calcule par l'expression

$$K = \frac{108\,p^2\Gamma^3[1 - x_M(1+p)]^4}{(1-3p)^3(4x_M - 3)}.$$

Une série d'expériences, où Γ a varié de $0,85 \cdot 10^{-3}$ à 10^{-4}, et p de 5,88 à 11,76 a donné pour K des valeurs concordantes, aux erreurs d'expérience près, et de l'ordre de 10^{-13}.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la porosité de quelques produits adsorbants.* Note de MM. **André Chrétien** et **Denis Papée**, présentée par M. Paul Pascal.

L'étude de la porosité nous a permis de différencier les volumes microporeux et macroporeux. Seul, le premier est spécifique du produit; il évolue au cours de sa préparation.

La réversibilité des modifications de texture d'un gel de silice est mise en évidence.

On décrit une méthode rapide de détermination du volume microporeux, basée sur l'adsorption de vapeurs organiques.

La porosité est un des caractères marquants des produits adsorbants. Elle n'est pas reliée d'une façon simple à la surface spécifique : un même volume poreux peut être constitué par de nombreux capillaires fins ayant une surface totale importante ou bien par de larges pores présentant une faible surface. Un adsorbant réel possède généralement des pores de ces deux espèces, appelés micropores et macropores.

Nous avons étudié deux variétés d'alumine ayant la structure de la bœhmite et celle de la bayerite, et deux variétés de silice : un gel à texture sensiblement homogène (monodispersé) et une silice précipitée à texture hétérogène (polydispersée), toutes mises en pastilles sous 500 kg/cm².

Le volume microporeux est déterminé par adsorption de vapeur saturée, ce qui correspond au remplissage de tous les pores de rayon inférieur à quelques centaines d'angströms, si l'on admet qu'une pression légèrement inférieure à la saturation règne au niveau des pores. Bien que la valeur réelle de cette pression d'équilibre soit inconnue, les valeurs obtenues sont reproductibles à 3 % près, que l'isotherme d'adsorption présente un palier de saturation ou non (types IV ou II de Brunauer).

En vase clos à 20°, l'établissement de l'équilibre entre le solide et le liquide à adsorber par l'intermédiaire de la phase gazeuse est lent : la diffusion de la vapeur diminue la vitesse d'adsorption.

Avec la vapeur d'eau et trois vapeurs organiques nous avons pu mettre en évidence l'influence de la pression de saturation (p_0) sur la vitesse d'adsorption. Le tableau suivant indique la proportion de vapeur adsorbée en 24 h rapportée à la saturation (produits préalablement calcinés à 400° pendant 14 h).

	H_2O.	C_2HCl_3.	CCl_4.	$CHCl_3$.
p_0(20°) mmHg	17,5.	56.	91.	160.
Bœhmite	68	94	98	98
Bayerite	58	85	92	94
Gel de silice	57	99	99	99
Silice précipitée	30	88	97	98

On voit qu'il est possible de déterminer rapidement le volume microporeux sans complications opératoires (élévation de température, appareillage sous

vide) en diminuant l'effet de la diffusion, à condition d'utiliser un liquide dont la tension de vapeur soit suffisamment faible pour permettre des mesures précises, CCl_4 par exemple.

Le volume poreux total est obtenu après immersion dans le liquide des pastilles saturées de vapeur puis séchage superficiel. Dans le cas de l'eau, l'évaporation est assez lente pour que les mesures soient précises. Elles concordent avec les valeurs calculées à partir des dimensions des pastilles et des densités absolues.

Les résultats donnent lieu aux observations suivantes :

1° Les valeurs du volume microporeux déterminées à l'aide de vapeurs organiques sont égales entre elles, mais généralement inférieures à celles obtenues au moyen de la vapeur d'eau, de 8 % au maximum. Divers facteurs peuvent provoquer cet effet : les dimensions plus élevées des molécules organiques; l'existence, dans le cas de l'eau, d'une adsorption permanente; le caractère hydrophile des produits, particulièrement de la silice. En effet, des essais avec le méthanol nous ont donné pour les deux variétés de silice des valeurs intermédiaires entre celles de l'eau et des dérivés chlorés précédents.

2° La contribution du volume macroporeux au volume poreux total varie de 11 à 43 % suivant les produits et les températures de calcination. Elle est particulièrement faible pour la bayerite qui a dû subir plusieurs compressions au cours du pastillage.

Le volume macroporeux est cependant peu influencé par la calcination. Ce fait est surtout marqué dans le cas de l'alumine. Pour le mettre en évidence on compare les volumes poreux (en cm^3) de 100 g de produit initial et du produit restant après calcination.

	Volume.	Non calcinée.	Calcinée à 400°.
Bœhmite	microporeux	16	39
	macroporeux	10	10
Bayerite	microporeux	20	38
	macroporeux	4,5	5

Dans le cas des deux variétés de silice, le volume microporeux, déjà important dans le produit initial, n'augmente que faiblement.

3° L'étude des isothermes d'adsorption a permis d'observer les modifications importantes subies par le gel de silice calciné à 800°. Après trois cycles d'adsorption-désorption de vapeur d'eau, ce gel donne :

	Volume (cm^3 par 100 g)	
	Microporeux.	Macroporeux.
Gel calciné à 400°	68	22
» 800°	29	24
Après trois cycles d'adsorption-désorption	38	25

Le volume microporeux du gel calciné à 800° augmente de 31 % après traitement par la vapeur d'eau. La microtexture du gel, affaisée à 800° par l'élimination d'une grande partie de l'eau de constitution, a été restaurée partiellement par l'action de la vapeur d'eau. Ces modifications sont accompagnées des variations correspondantes de la grosseur des pastilles.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Les réactifs spécifiques du germanium.* Note (*) de M. **Pierre Bévillard**, présentée par M. Paul Pascal.

Dans des Notes antérieures ([1]), ([2]), ([3]) nous avons signalé la propriété caractéristique d'une classe de réactifs du germanium.

Toute molécule organique portant deux fonctions phénol en position ortho, l'une susceptible de se transposer en fonction quinone grâce à une prototropie du noyau, précipite le germanium en milieu acide.

La coexistence évidente des deux formes dans la plupart des cas étudiés a permis de supposer qu'en choisissant deux molécules les présentant séparément, on parviendrait à reproduire les réactions.

Nous avons obtenu les résultats suivants, en employant un mélange de parabenzoquinone et d'un composé comprenant deux fonctions phénol en position ortho.

Phénol.	Réaction du germanium en milieu acide.
Pyrocatéchol	précipité vert foncé
Pyrogallol	» rouge
Hydroxyhydroquinone	» brun
Tannin	» brun gélatineux
Pyrocatécholphtaléine	» vert clair

Les mono- et polyphénols à l'exclusion des orthopolyphénols se sont montrés inactifs. Les mélanges précédents se comportent vis-à-vis des différents cations comme les réactifs précédemment étudiés. Le titane, le zirconium, l'étain tétravalent, le molybdène, le tungstène donnent des colorations sans phénomène de précipitation.

Nous avons d'autre part trouvé l'équivalent de la réaction signalée avec le dihydroxy-3.4 azobenzène sulfoné-4', molécule portant une fonction acide et donnant une coloration rouge en présence de germanium. En effet l'hydroxy-4

(*) Séance du 19 décembre 1951.

([1]) A. Tchakirian et P. Bevillard, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 256.

([2]) A. Tchakirian et P. Bevillard, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1033.

([3]) A. Tchakirian et P. Bevillard, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1112.

azobenzène sulfoné-4′ donne une coloration identique, en milieu acide, en présence de tout orthodiphénol comme nous l'avons vérifié avec le pyrocatéchol, le pyrogallol, l'aldéhyde protocatéchique, etc.

Ceci permet de proposer le réactif suivant dans le but de caractériser les fonctions orthodiphénols :

Hydroxy-4 azobenzène sulfoné-4′............	1 g
Solution d'oxyde de germanium à 4 ‰.......	10 cm^3
Eau distillée..............................	q. s. p. 100 cm^3

Les analogies des fonctions alcool et amine en chimie organique nous ont conduit à remplacer le diphénol par un orthoaminophénol ou une orthodiamine. La réaction s'est montrée négative.

D'autre part l'analogie entre les fonctions quinone et quinone-imine nous a suggéré le remplacement de la quinone par une imine (toute matière colorante aminée dérivée du triphénylcarbinol par exemple); la fuchsine rouge en milieu légèrement acide donne en présence d'un orthodiphénol (pyrocathéchol, pyrogallol) un précipité violet avec le germanium. Le composé est peu stable aux bas pH à l'inverse des précédents; là encore le remplacement de l'orthodiphénol par un orthoaminophénol ou une orthodiamine n'entraîne plus la réaction.

Il semblait enfin intéressant de constater l'existence de la réaction avec un composé groupant les deux formes non plus par suite d'un équilibre mais simultanément. Tel est l'alizarine-sulfonate de sodium qui, en solution aqueuse concentrée donne un abondant précipité gélatineux jaune en présence de germanium [formule (I)]. La dihydroxyl-1.4 anthraquinone sulfonée 3, par exemple ne donne rien de semblable [formule (II)].

(I)

(II)

Nous avons déjà signalé (I) la purpurogalline dont la même caractéristique fait un réactif spécifique du germanium.

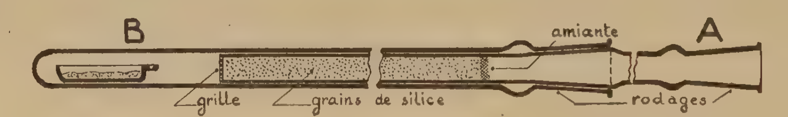
On peut donc résumer l'élargissement des observations précédentes : la coexistence d'une fonction orthodiphénol et d'une fonction quinone ou quinone-imine dans un milieu réactionnel provoque la précipitation du germanium, que ces fonctions soient portées par des molécules distinctes ou encore par la même molécule, simultanément ou grâce à un phénomène de prototropie.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage de l'oxygène dans les charbons.* Note de M. **Henri Guérin** et Mme **Marthe Bastick**, présentée par M. Paul Lebeau.

Nouvelle détermination directe de O_2 dans les charbons par pyrogénation dans le vide à 1000°, craquage des produits résultants sur de la silice, gazométrie de OH_2, CO_2 et CO. Cette méthode permet de suivre le dégagement de O_2 en fonction de la température et fournit des renseignements intéressants sur la constitution des charbons.

Lors d'une étude comparée des deux méthodes proposées jusqu'ici pour doser l'oxygène dans les charbons : par réduction sur le carbone d'une part (1), par hydrogénation catalytique d'autre part (2), nous avons montré que, compte tenu des modifications apportées à leurs modes opératoires, la première méthode, plus pratique (3), est celle qui convient le mieux à un laboratoire industriel. Dans ces deux modes de dosage, on procède à une pyrogénation de l'échantillon soit dans l'azote, soit dans l'hydrogène, puis on craque les produits de cette décomposition de telle sorte que tout l'oxygène se trouve à l'état de CO, de CO_2 et de OH_2, que l'on transforme alors intégralement soit en CO, soit en OH_2.

Nous avons pensé qu'une simple pyrolyse dans le vide à 1000° écartant l'emploi d'azote ou d'hydrogène, suivie d'un craquage des produits formés, permettrait de transformer tous les composés oxygénés en CO, CO_2 et OH_2, que l'on pourrait doser directement par gazométrie. La mise au point, d'une



telle méthode reposait sur l'hypothèse de la transformation intégrale en composés gazeux, par simple craquage de tous les constituants oxygénés libérés lors de la pyrogénation. Des essais systématiques nous ont montré que celle-ci est possible et nous ont permis de déterminer les conditions optima.

Sans décrire en détail le mode opératoire adopté, nous indiquerons qu'il suffit, lorsque l'on porte environ 0,5 g de combustible à 1000°, d'obliger les gaz résultants à traverser le tube de silice fondue A (*voir figure*) de 50 cm de long, garni de grains de silice chauffés à 900°, la pression étant maintenue à environ 5 mm par une trompe de Sprengel.

---

(1) M. Bastick, *Bull. Soc. Chim.*, 1952 (en cours de publication).

(2) H. Guérin et P. Marcel, *Bull. Soc. Chim.*, 1952 (en cours de publication).

(3) H. Guérin, M. Bastick et P. Marcel, *Communication au* XXIVe *Congrès de Chimie Industrielle*, Paris, 1951.

Les gaz produits passent dans un système de condensateurs tel que seul l'hydrogène est extrait à la trompe; on retient, d'une part, dans un piège à — 195°, l'eau et CO_2 (ainsi que les carbures en C_2 formés), d'autre part, CO, CH_4 et N_2 sur du gel de silice refroidi dans l'azote liquide.

Le gel de silice, porté ultérieurement à 150°, libère le mélange de gaz : CO, CH_4 et N_2, sur lequel il est aisé de doser CO par absorption à l'aide du réactif de Lebeau et Bedel, tandis que l'autre piège, réchauffé à — 80° puis à la température ordinaire, fournit successivement CO_2 que l'on dose par absorption et la vapeur d'eau que l'on fait réagir sur du sodium afin de déduire son volume de l'hydrogène ainsi formé.

Si les teneurs en oxygène ainsi trouvées (*voir* tableau, col. II) sont comparables à celles déterminées par les autres méthodes (col. I), sur des charbons contenant peu de soufre, on ne doit pas cacher que l'exécution de cette détermination est plus longue que celle du procédé dit par réduction sur le carbone.

		I. % d'oxygène total.	II. % d'oxygène total.	III. Répartition de l'oxygène en CO.	CO₂.	OH₂.
Charbons. Subbitumineux I		16,5	16,5	5,2	3,6	7,7
		–	16,9	5,8	3,6	7,5
Houilles de Lorraine.	Simon	11,05	11,3	4,6	2,7	4,0
		–	11,4	4,8	2,75	3,85
	La Houve	11,7	11,75	3,85	2,1	5,8
		–	11,85	3,90	2,22	5,75
		–	11,9	3,75	2,25	5,9

Son intérêt résulte toutefois des observations suivantes :

1° L'examen du tableau montre que la répartition de l'oxygène entre CO, CO_2 et OH_2, est, pour un même charbon, sensiblement constante d'un essai à l'autre et varie, au contraire, avec la nature du combustible.

L'analyse de mélanges de CO, CO_2 et H_2, en proportions connues, ayant passé sur la colonne de craquage dans des conditions aussi voisines que possible de celles de l'essai, nous a montré qu'ils ne sont modifiés que dans une faible proportion (de l'ordre de 5 %).

La composition des gaz ainsi obtenus semble donc liée à la répartition de l'oxygène dans le combustible et peut fournir d'utiles indications sur la constitution de ce dernier.

2° En portant le combustible non plus directement à 1 000° mais par paliers, de températures croissantes, d'une façon comparable à celle dont s'opère la pyrogénation classique de Lebeau, on a le moyen de suivre l'élimination de l'oxygène en fonction de la température. Sans procéder obligatoirement à une pyrogénation de 100 en 100°, on peut, compte tenu des processus de la carbonisation et de la cokéfaction, opérer par exemple à 400, 500, 700 et 1 000°, comme nous l'avons fait par ailleurs.

La comparaison des résultats ainsi obtenus avec ceux de la pyrogénation de Lebeau permet une connaissance totale de la façon dont se dégagent les produits oxygénés du charbon lors de sa pyrolyse, non seulement à l'état de gaz mais aussi sous forme de goudrons et d'eau.

En résumé, nous avons mis au point une détermination de l'oxygène dans les charbons par pyrolyse de celui-ci dans le vide à 1 000°, craquage des produits résultants et gazométrie de CO, CO_2 et OH_2.

Cette méthode, plus longue à utiliser que les méthodes proposées jusqu'ici, présente sur celles-ci le grand avantage de constituer un mode d'investigation intéressant de la constitution des charbons.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des peroxydes de praséodyme.* Note (*) de MM. **Marc Foëx** et **Jean Loriers**, présentée par M. Paul Lebeau.

On sait qu'il existe, à côté du sesquioxyde de praséodyme Pr_2O_3 des produits plus oxydés [(1) à (5)] auxquels on a attribué différentes formules.

En particulier, Pagel et Brinton (1) ont montré que par refroidissement à l'air on obtenait un produit dont la composition correspondait sensiblement à la formule Pr_6O_{11} (représentée parfois sous les formes $Pr_2O_5 . 2Pr_2O_3$ et $4PrO_2 . Pr_2O_3$), cependant que sous pression il était possible de préparer le bioxyde PrO_2.

Le bioxyde présente une structure cubique type fluorine, les produits moins oxygénés de composition voisine de Pr_6O_{11} ont une structure lacunaire pseudo-cubique.

Afin de préciser la nature des différents peroxydes de praséodyme et leurs domaines d'existence, il nous a paru intéressant d'étudier à l'aide de diverses méthodes, l'évolution de ces produits en fonction de la température.

Nous avons utilisé pour cette étude des sels de praséodyme provenant du laboratoire de M. F. Trombe. On a tout d'abord cherché à préparer un produit fortement peroxydé, en refroidissant très lentement (0°,5 : h) à l'air, un oxyde préparé par calcination du nitrate de praséodyme à 650° C. Le produit de couleur noir rougeâtre, obtenu dans ces conditions perd par chauffage dans l'hydrogène, à 1000° C, 7,70 % en poids (soit 1 % d'eau, 0,4 % de gaz carbonique et de l'oxygène, la teneur initiale correspondant à environ $PrO_{2,2}$) et se transforme en sesquioxyde Pr_2O_3.

(*) Séance du 19 décembre 1951.

(1) *J. Amer. Chem. Soc.*, 51, 1929, p. 42.

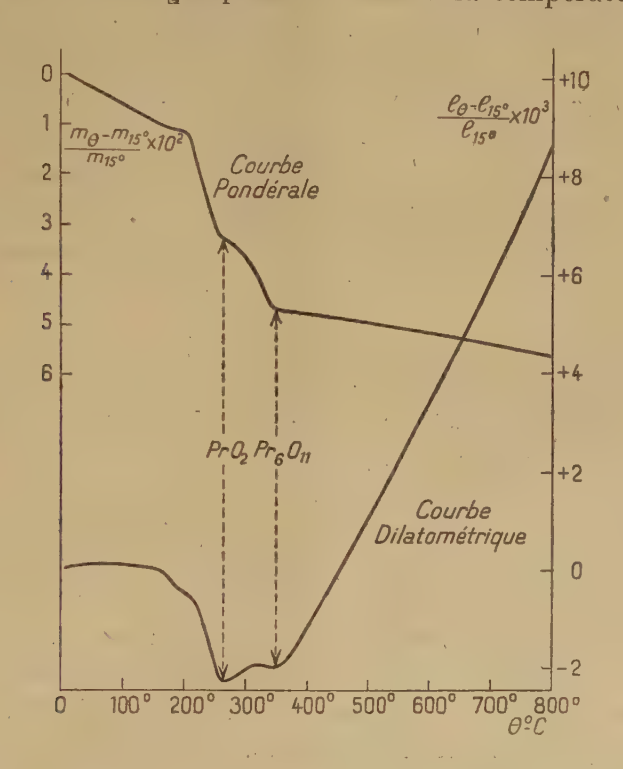
(2) W. Prandtl et G. Rieder, *Z. Anorg. Chem.*, 238, 1938, p. 225.

(3) J. K. Marsh, *J. Chem. Soc.*, 1946, p. 15.

(4) R. L. Martin, *Nature* (Londres), 1950, p. 200.

(5) J. D. Mc Cullough, *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p, 1386.

La décomposition thermique du peroxyde précédent a été étudiée, à température ascendante, entre 18° et 800° C, à l'aide de mesures pondérales (produit en poudre) et dilatométriques (produit aggloméré par compression). La vitesse de chauffage très lente (1° : h) utilisée, permet d'obtenir à chaque instant l'équilibre relatif à la température considérée.



La courbe pondérale présente, en particulier, deux paliers correspondant sensiblement aux compositions stœchiométriques PrO_2 (vers 265° C) et Pr_6O_{11} (vers 350° C), la déshydratation du produit étant très avancée à 265° C. Ces compositions sont également marquées par des minima de dimensions (maxima de densité) des éprouvettes (*fig.*).

L'analyse aux rayons X, effectuée à la température ordinaire sur les produits trempés fait apparaître, dans tous les cas, une phase de structure sensiblement cubique type fluorine. La dimension de l'arête de la maille cristalline présente deux minima pour des compositions correspondant vraisemblablement à PrO_2 et Pr_6O_{11}. Il existe ainsi une zone étendue de solutions solides homogènes avec un réseau plus contracté pour les compositions précédentes.

Le spectre Debye-Scherrer des produits peroxydés obtenus à des températures inférieures à 280° C fait apparaître, à côté des raies caractéristiques de la phase cubique, quelques raies nouvelles correspondant à une autre phase cristalline. Le faible nombre de raies observées ne permet pas de

déterminer avec certitude sa structure, cependant l'existence de raies très rapprochées du centre indique une maille volumineuse. Les raies précédentes disparaissent progressivement au cours du chauffage entre 200° et 280° C, ce phénomène étant accompagné d'une contraction importante du produit.

La phase nouvelle observée ci-dessus pourrait correspondre à un hydroxyde bien qu'il ne reste que 0,45 % d'eau dans le produit cuit à 200° C, ou encore à un peroxyde plus oxygéné que PrO_2, peut être Pr_2O_5.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Deux benzorubrènes angulaires naphtylés : le triphényl-9.11.12 α-naphtyl-10 benzo-1.2 naphtacène et le triphényl-10.11.12 α-naphtyl-9 benzo-1.2 naphtacène*. Note (*) de M. **Daniel Bertin**, présentée par M. Charles Dufraisse.

On a réalisé par une voie non rubrénique la synthèse du triphényl-9.11.12 α-naphtyl-10 benzo-1.2 naphtacène et du triphényl-10.11.12 α-naphtyl-9 benzo-1.2 naphtacène; la structure du premier est celle de l'un des trois isomères qui avaient été obtenus antérieurement par une réaction rubrénique. Cette identification fixe, sans ambiguïté, la constitution des trois corps.

Il avait été obtenu simultanément, par une réaction rubrénique, trois rubrènes isomères ([1]) ayant respectivement les structures du diphényl-9.12 di-α-naphtyl-10.11 naphtacène, I, du triphényl-9.11.12 α-naphtyl-10 benzo-1.2 naphtacène, II, et du tétraphényl-9.10.11.12 dibenzo-1.2.5.6 naphtacène, III. L'attribution de ces formules aux trois corps effectivement séparés avait été faite, d'une part, d'après leur spectre, compte tenu de l'effet hypsochrome des annellations angulaires, et, d'autre part, en préparant l'isomère I par une réaction rubrénique ne pouvant donner que celui-ci ([2]).

Une deuxième confirmation, par déduction des données spectrales, avait déjà été faite en préparant, par une voie non rubrénique, le tétraphényl-9.10.11.12 benzo-1.2 naphtacène, IV, ([3]), les spectres de II et IV se révélant identiques quant à la position des maxima d'absorption.

Nous avons apporté une dernière confirmation à cette répartition en faisant la synthèse de II. La détermination des structures de deux des trois isomères obtenus dans la réaction rubrénique ([1]) entraîne, *ipso facto*, la fixation de la formule du troisième et vérifie, du même coup, par un exemple supplémentaire, la théorie émise par Ch. Dufraisse sur le mécanisme de la réaction rubrénique ([4]).

(*) Séance du 19 décembre 1951.

([1]) Ch. Dufraisse, J. Robin et D. Bertin, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 5.

([2]) D. Bertin, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1356.

([3]) D. Bertin, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1853.

([4]) *Bull. Soc. Chim.*, (5), 3, 1936, p. 1857.

La méthode employée consiste, d'abord, en une synthèse diénique entre le phényl α-naphtylisobenzofuranne et la phénanthrène quinone-1.4 (5).

L'adduct, qui est un mélange d'isomères de position (naphtyle en 10 ou en 9, V*a* et V*b*), est déshydraté par l'acide acétique saturé d'acide bromhydrique gazeux, en phényl-9 α-naphtyl-10 benzo-1.2 naphtacène quinone-11.12, VI*a*, et en phényl-10 α-naphtyl-9 benzo-1.2 naphtacène quinone-11.12, VI*b* ($C_{38}H_{22}O_2$). La séparation du mélange de ces deux quinones a échoué, quelles que soient les méthodes utilisées. Par contre, elle a pu être faite par chromatographie sur le mélange des diquinols, VII*a* et VII*b*, obtenus par condensation du phényllithium sur le mélange des quinones VI*a* et VI*b*. Ces deux diquinols, tous deux solvatés par une demi-molécule d'éther, fondent avec décomposition, l'un à 253-255° et l'autre à 316-318°. Ces diquinols sont réduits, respectivement, en triphényl-9.11.12 α-naphtyl-10 benzo-1.2 naphtacène, II, et en triphényl-10.11.12 α-naphtyl-9 benzo-1.2 naphtacène, VIII ($C_{50}H_{32}$).

L'hydrocarbure provenant du diquinol fondant à 253-255° se révèle être identique à l'un des isomères de la réaction rubrènique (1), celui auquel on

(5) L. F. FIESER, *J. Amer. Chem. Soc.*, 51, 1929, p. 2469.

avait attribué la formule II. Cette identification permet de fixer, l'une par l'autre, les structures provenant des deux origines (réaction rubrénique et synthèse progressive). En effet, le corps d'origine rubrénique ne peut avoir le naphtyle du même côté que l'annellation angulaire; la formule II est donc la seule des deux formules II et VIII qui puisse lui convenir. En conséquence, les deux hydrocarbures de synthèse progressive, auxquels reviennent obligatoirement les deux formules en question, doivent se les répartir ainsi : la première, II, à l'hydrocarbure identique au corps d'origine rubrénique, la seconde, VIII, à l'autre. Cette conclusion rejoint celles que nous avions déjà tirées pour l'attribution de la structure II à l'un des trois isomères d'origine rubrénique ([1]), ([3]).

Par voie de conséquence, le diquinol fondant à 253-255° a la formule VII*a* ($C_{50}H_{34}O_2$) et celui qui fond à 316-318°, la formule VII*b* ($C_{50}H_{34}O_2$).

L'hydrocarbure II fond instantanément à 256-257°. L'hydrocarbure VIII, sublimé sous vide poussé, fond à 323-324°.

LITHOLOGIE. — *Méthode d'étude morphométrique des graviers.* Note de M. **Léopold Berthois** et Mme **Catherine Berthois**, transmise par M. Albert Michel-Lévy.

Exposé d'une méthode morphométrique applicable aux graviers, gravettes, granules (20 à 2 mm) basée sur le poids moyen (Pm) d'un grain et ses équivalents volumétriques.

Dans la classification de J. Bourcart (1941) ([1]) les graviers, gravettes et granules comprennent des éléments dont la largeur varie de 20 à 2 mm. Ces limites ne sont pas purement conventionnelles : la dimension supérieure correspond à la limite d'application des méthodes morphométriques employées dans l'étude des galets, la dimension inférieure correspond sensiblement à l'individualisation des minéraux et, en particulier, de celle du quartz sur l'aspect duquel sont basées les méthodes morphométriques des sables (A. Cailleux, 1943) ([2]).

Dans l'espace dimensionnel que nous considérons, les éléments sont en majeure partie composés de débris de roche plus ou moins roulés. L'hétérogénéité du matériel nous a fait écarter les méthodes qualitatives parce que tous les critères employés sont influencés par la nature lithologique de la roche et entachés d'un coefficient personnel d'appréciation.

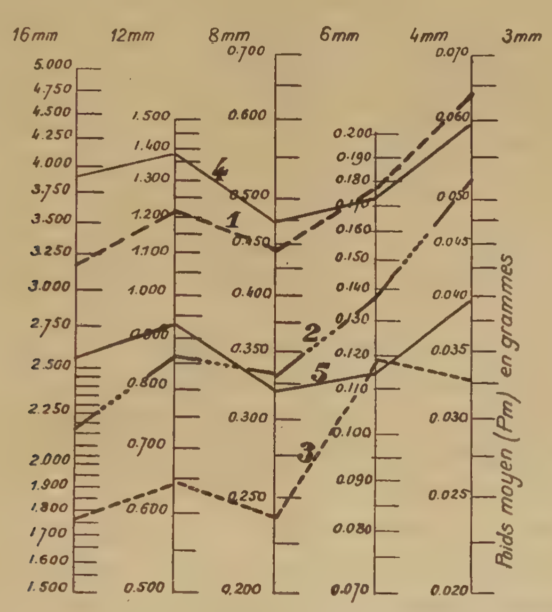
Ces considérations nous ont conduits à choisir pour base de nos recherches le poids moyen d'un grain (Pm) dans un intervalle dimensionnel donné.

([1]) *Soc. Géol. Fr.*, 5e série, 11, 1941, p. 117-153.
([2]) *Soc. Géol. Fr.*, 5e série, 13, 1943, p. 126-138.

Le classement granulométrique des grains est effectué à l'aide de tamis de tôle, perforés de trous circulaires dont les diamètres varient très sensiblement suivant une progression géométrique de raison $\sqrt{2}$, soit : 3, 4, 6, 8, 12 et 16 mm.

Nous avons adopté une représentation logarithmique suivant des échelles séparées dont les origines sont décalées de quantités variables.

Il en résulte que les positions des points sur les échelles logarithmiques ont seuls une signification précise, les droites qui les joignent ne servent qu'à faciliter la lecture du graphique. Un abaque de référence doit être construit pour chaque variété lithologique. Nous donnons en exemple celui établi pour des graviers de schiste antécambrien de la plage de Donville (Manche).



1. Poids moyen (Pm) d'un grain très roulé de chaque catégorie. — 2. Pm d'un grain très anguleux. 3. Pm d'un grain très aplati.

L'expérience montre que la largeur moyenne des grains d'un espace dimensionnel donné est très voisine de la moyenne arithmétique des diamètres limites. Cette valeur peut être utilisée pour calculer le poids du grain sphérique correspondant, compte tenu de la densité de la roche (courbe 4). Nous avons également calculé le poids d'un grain cubique dont une face est inscrite dans le cercle moyen (courbe 5). La forme du grain moyen peut alors être rapportée à une équivalence volumétrique. Ainsi, dans l'exemple donné :

Entre 16 et 6 mm, les grains très roulés (courbe 1) sont aplatis, leur Pm est inférieur à celui de la sphère moyenne (courbe 4).

Entre 6 et 4 mm, l'aplatissement est moins accusé et l'allongement relatif plus important, le Pm est légèrement supérieur à celui de la sphère moyenne. Ce fait est encore plus apparent entre 4 et 3 mm.

Des comparaisons analogues peuvent être faites entre la courbe 5 (cube inscrit) et les éléments anguleux (courbe 2) ou aplatis (courbe 3).

La comparaison d'un échantillon quelconque, de même nature lithologique avec les courbes 1 à 5, permet d'obtenir très rapidement un renseignement précis sur la forme des grains de chaque espace dimensionnel et sur la dominance d'un type donné. Il suffit de prélever 100 grains quelconques de chaque résidu de tamisage, de les peser et d'en déduire le Pm d'un grain.

La position du Pm obtenu sur l'échelle logarithmique correspondante fournit immédiatement l'équivalent volumétrique du grain moyen et indique le degré d'usure. L'observation effectuée au cours du prélèvement permet de lever rapidement l'ambiguïté qui résulte parfois de la présence de la courbe 2 (grains anguleux) intermédiaire entre les courbes 1 (grains très roulés) et 3 (grains très aplatis).

GÉOLOGIE. — *Eustatisme et isostasie.*

Note (*) de M. Camille Arambourg, présentée par M. Charles Jacob.

L'observation des anciennes lignes de rivages échelonnées à des altitudes supérieures au niveau actuel des mers a donné lieu à la notion, bien connue, des oscillations eustatiques de ce niveau au cours du Quaternaire et a permis à Charles Depéret de jeter les bases d'une classification chronologique de cette période.

L'accord paraît actuellement s'être établi pour rattacher aux phénomènes glaciaires ces diverses oscillations : les mouvements de régression marine étant contemporains des glaciations par suite de la fixation, sur les inlandsis continentaux, d'une masse d'eau correspondante; les mouvements de transgression étant synchroniques des périodes interglaciaires.

Mais ce schéma paraît insuffisant pour rendre compte, à lui seul, de la complexité des phénomènes observés et, surtout, de l'étagement des anciens rivages marins, comme si le niveau général des mers n'avait cessé de s'abaisser en valeur absolue depuis le début du Quaternaire jusqu'à la cote o actuelle.

Rien ne permet, en effet, de supposer, pour expliquer cet abaissement, que la masse totale des eaux océaniques ait diminué au cours de cette période, ni que la distribution générale des continents et des bassins océa-

(*) Séance du 2 janvier 1952.

niques ait subi, dans le même temps, des modifications suffisantes. Il est, au contraire, vraisemblable qu'au cours de chaque période interglaciaire, le niveau des surfaces océaniques était remonté, à peu de choses près, à la même cote absolue qu'actuellement.

Il est donc nécessaire, pour expliquer l'étagement des anciennes lignes de rivage, d'admettre, corrélativement aux oscillations eustatiques du niveau marin, un exhaussement progressif des masses continentales.

Parmi les causes possibles d'un tel exhaussement, la plus simple paraît être une compensation isostatique de l'usure progressive des continents du fait de l'érosion.

En admettant les chiffres classiques d'une érosion globale annuelle de 16 km^3, correspondant, pour l'ensemble des continents, à une usure annuelle moyenne de 0,11 mm d'épaisseur, on voit que la tranche abrasée en un million d'années, durée vraisemblable du Quaternaire, atteint un peu plus de 100 m. Un calcul simple montre que la compensation isostatique théorique, consécutive à cette décharge, est voisine de 90 m, ce qui correspond statistiquement à l'ordre de grandeur des altitudes observées pour les plus anciennes terrasses dites « siciliennes » du Quaternaire.

Mais, si un grand nombre de faits d'observation trouvent dans l'application de ce schéma général une explication qualitative, beaucoup d'autres montrent que diverses causes locales peuvent intervenir pour en modifier la rigidité théorique : le taux absolu de l'usure érosive continentale peut varier suivant l'importance des reliefs topographiques, de sorte que la valeur absolue des remontées isostasiques peut être différente d'un compartiment à l'autre de l'écorce; de plus, divers mouvements d'origine tectonique peuvent modifier localement l'équilibre de ces derniers.

C'est ainsi que les anciennes « plages soulevées » du littoral algérien s'étagent généralement sur trois gradins successifs, mais dont les altitudes absolues peuvent varier considérablement pour chacune d'elles, selon les points considérés; souvent même parfois, comme dans la baie de Mostaganem, dans celle de Bougie au flanc du massif des Babors (¹) ou à l'Ouest d'Alger, on peut suivre, de proche en proche, les inflexions ou les ondulations de certaines d'entre elles.

C'est pourquoi, si les principes de la classification du Quaternaire fondés par Charles Depéret sur l'échelonnement vertical des anciennes lignes de rivage paraissent devoir être maintenus dans leur majeure partie, il n'en est plus de même pour les considérations relatives aux altitudes absolues assignées aux lignes de rivage pour les différents termes de cette classification.

(¹) C. ARAMBOURG, *Archives de l'I. P. H.*, Mémoire n° 13, 1934.

GÉOLOGIE. — *La série paléozoïque du Cap Sicié et de la région de Six-Fours* (*Var*). Note de M. **Claude Gouvernet**, présentée par M. Pierre Pruvost.

L'interprétation de la structure des massifs hercyniens des environs de Toulon demeure un sujet controversé.

Aucun argument d'ordre stratigraphique n'ayant été invoqué au cours des discussions pour expliquer le comportement intime du matériel hercynien, j'apporte une contribution à la connaissance de ces massifs en donnant ci-dessous la succession des terrains observés dans la série métamorphique de la presqu'île de Sicié et de la région de Six-Fours.

		Age supposé.
Série de Fabrégas	Phyllades de Peyras Schistes en dalles de la Grande-Calanque Quartzophyllades de la Grande-Calanque	Dévonien inférieur et Gothlandien supérieur
Série de la Vieille-Garde	Série des schistes noirs de la Vieille-Garde : phyllades noirs phyllades noirs avec veines d'ampélites	Gothlandien
	Schistes gréseux gris Arkoses de la Vieille-Garde (arkoses des Playes	Caradoc (Ordovicien supérieur)
	Discordance et lacune.	
Série de Six-Fours	Quartzophyllades gris noir des Playes (quartzophyllades de la Pointe de Sicié) Phyllades supérieurs de Six-Fours (phyllades de la Pointe de Sicié) Quartzites et quartzophyllades de Six-Fours	Cambrien
	Phyllades inférieurs de Six-Fours	Briovérien inférieur (Infracambrien)
Série des Lèques	Phyllades et phtanites des Lèques, de Six-Fours et de la Seyne Schistes verts des Lèques, à sills de dolérite et poudingues intraformationnels	

Les rapports stratigraphiques qui existent entre la *série de la Vieille-Garde* et celle *de Six-Fours* sont mis en évidence par l'étude des deux formations détritiques plus ou moins métamorphiques observées, l'une, dans la partie inférieure de la première série, l'autre, au sommet de la seconde. Ces terrains étant identiques par leurs caractères pétrographiques, par leur degré de métamorphisme et par la nature des matériaux qu'ils remanient, nous pouvons en conclure que la série de la Vieille-Garde est en continuité stratigraphique avec celle de Six-Fours.

Ainsi, à l'Ouest de Toulon, les phyllades révèlent une série stratigraphique complète au sein de laquelle existent deux formations qui, en d'autres lieux, ont reçu une attribution d'âge. Ce sont : *les schistes verts à poudingues intraformationnels et phtanites* et *les schistes noirs à niveaux ampéliteux*.

1° Les *schistes verts des Lèques*, surmontés sans discordance apparente par des schistes séririteux en petits bancs et à intercalations de phtanites, présentent les caractères des séries compréhensives récemment décrites par P. Pruvost, sous le nom d'*Infracambrien* (*Briovérien inférieur*).

2° Les *schistes noirs ampéliteux de la Vieille-Garde*, qui contiennent des empreintes minéralisées indéterminables, n'ont révélé jusqu'ici aucun fossile identifiable; mais leur faciès les apparente si nettement aux schistes ardoisiers du Fenouillet dans lesquels H. Schoeller a découvert des empreintes de Graptolithes, que je les rapporte au *Gothlandien*.

Dans la *série de Six-Fours*, aucune discordance apparente ne peut être signalée jusqu'aux arkoses des Playes (formation équivalente des arkoses de la Vieille-Garde). Mais on note, intercalé dans les schistes séririteux, un horizon de quartzites auquel on passe insensiblement par des quartzophyllades en petits bancs. Ce changement de faciès au sein d'une série stratigraphique continue fait penser à de lointaines répercussions des mouvements cadomiens. En ce cas, les schistes séririteux inférieurs de Six-Fours appartiendraient encore à l'Infracambrien, les quartzophyllades et quartzites représenteraient la base du Cambrien, concordante avec l'Infracambrien, et les phyllades supérieurs s'identifieraient avec la partie moyenne et même supérieure du Cambrien.

Les *arkoses de la Vieille-Garde* (arkoses des Playes), discordantes sur les phyllades et quartzophyllades de la Pointe de Sicié (phyllades supérieurs de Six-Fours et quartzophyllades des Playes), supportent, sans discontinuité stratigraphique, les schistes gréseux et les phyllades noirs de la Vieille-Garde (Gothlandien). L'examen de cette succession de terrains nous permet, dans l'hypothèse présentée ici, de faire de ces arkoses l'*équivalent du Caradoc*. La discordance entre les arkoses et les phyllades de la Pointe de Sicié ou des Playes montrerait une lacune sédimentaire par érosion correspondant, au moins, à l'Ordovicien inférieur.

La *série de Fabrégas* comprend des formations bien différentes des précédentes, mais concordantes sur elles, qui pourraient appartenir au Gothlandien supérieur et au Dévonien inférieur.

MÉTALLOGÉNIE. — *Sur la présence d'une paragénèse nouvelle à molybdénite dans les filons 7 et 5 de la région minéralisée de Bou Azzer (Sud Marocain).* Note de M. **Georges Jouravsky**, présentée par M. Paul Fallot.

La découverte de la molybdénite et son association avec la brannerite, la chalcopyrite, la pyrite et l'or natif, dans le principal gisement de la région minéralisée de Bou Azzer, montre l'existence d'une paragénèse nouvelle, distincte de celles antérieurement reconnues.

Les filons 7 et 5 constituant le gisement principal de la région minéralisée de Bou Azzer ont été exploités, pour le cobalt et pour l'or, depuis 20 ans. En novembre 1949, l'étude de quelques échantillons provenant de ce gisement m'a permis d'y découvrir la molybdénite ([1]). Ce minéral fait partie d'une paragénèse qui, à ma connaissance, n'avait encore jamais été signalée dans aucun gisement.

Ces filons sont situés au contact d'une serpentine intrusive dans une faille de l'accident majeur anti-atlasique, l'autre éponte étant formée d'une diorite quartzique antérieure à la serpentine.

Après la découverte de la molybdénite, on peut, semble-t-il, distinguer trois paragénèses dans ce gisement :

1° Paragénèse à molybdénite avec brannerite, chalcopyrite, pyrite et or natif en imprégnations dans la diorite quartzique altérée. Les analyses révèlent dans cette minéralisation des teneurs importantes en argent, mais la forme sous laquelle se trouve celui-ci reste inconnue.

2° Paragénèse cobaltifère normale ([2]), largement dominante, avec skuttérudite, löllingite cobaltifère, safflorite, chalcopyrite et or natif dans une gangue de calcite, dolomie, quartz, talc et chlorite.

3° Paragénèse à argent natif ([3]), avec nickéline, pyrrhotine, pyrite, chalcopyrite, chalcosine, bornite et skuttérudite dans des veines à gangue de talc et de calcite traversant les épontes de diorite quartzique altérée et de serpentine, ou en imprégnations dans celles-ci.

Ces trois types de minéralisations sont normalement séparés. La minéralisation avec argent natif occupe une région restreinte dans une partie étroite du filon 5 et ses relations avec les autres types ne sont pas nettes.

Dans les autres parties du gisement, la gangue est surtout quartzeuse du côté de la diorite quartzite et surtout carbonatée du côté de la serpentine.

([1]) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 124 (Pli cacheté n° 12616).
([2]) *Notes Serv. Géol. Maroc*, II, 1949, p. 183-192.
([3]) *Ibid.*, p. 193-207.

La minéralisation en cobalt est généralement concentrée vers cette dernière éponte, tandis que l'association molybdène, brannerite, chalcopyrite imprègne l'éponte dioritique chloritisée et silicifiée.

Localement, la minéralisation cobaltifère se superpose à la minéralisation à molybdénite. Les veines de quartz avec skuttérudite peuvent larder l'éponte dioritique et les analyses révèlent de faibles teneurs en molybdène dans les minerais de cobalt.

D'autre part, à l'extrémité Nord-Est du filon 5 existe une brèche filonienne constituée par des fragments de diorite quartzique enrobés dans la calcite et le quartz. Ces fragments, écrasés et chloritisés, ont recristallisé partiellement. Dans la masse recristallisée on peut observer de petits cristaux d'albite de néoformation, des plages de quartz, des paillettes de mica vert olive et de chlorite de même teinte, peu biréfringente. Les fragments de la brèche renferment une minéralisation abondante en molybdénite sous forme d'agrégats de paillettes d'une extrême finesse, souvent réunis en courts filets. Ceux-ci peuvent renfermer de petites plages de chalcopyrite, des baguettes de brannerite et des grains d'or. La brannerite, moins abondante que la molybdénite, se présente, soit en grains, soit en baguettes qui se groupent parfois en étoiles. Il faut, d'autre part, signaler une association très particulière de la brannerite avec un minéral, qui n'a pu être déterminé, mais qui paraît être du sphène. Ce minéral forme parfois une bordure mince et continue autour des baguettes de brannerite. Comme la molybdénite, la brannerite se trouve dans les parties broyées et recristallisées des fragments de diorite quartzique. Parfois elle borde des veines de quartz qui traversent ceux-ci.

L'or, souvent très abondant, existe en grains dont la grosseur, qui peut atteindre quelques dixièmes de millimètre, est comparable à celle des autres minéraux opaques. Il est souvent associé à la molybdénite et forme aussi des grains mixtes avec la brannerite. Par contre, la chalcopyrite et la pyrite semblent être exemptes d'or. Il se trouve également en grains isolés dans les fragments dioritiques ou dans les veines de quartz les traversant. La chalcopyrite se rencontre en grains isolés ou mixtes avec la molybdénite, avec la pyrite ou rarement avec la brannerite. La pyrite, rare, se rencontre aussi en grains isolés.

Le ciment de la brèche est constitué par de la calcite très grossièrement cristallisée enrobant des prismes de quartz enfumé. Sa minéralisation, très pauvre, comprend quelques grains de skuttérudite et de chalcopyrite qui peuvent aussi cristalliser à l'intérieur de géodes.

La minéralisation à molybdénite apparaît ainsi antérieure à la venue cobaltifère et séparée de celle-ci par un stade de bréchification.

MÉTALLOGÉNIE. — *Présence de la pechblende dans la minéralisation du gîte d'Azegour (Haut-Atlas), Maroc.* Note de M. **François Permingeat**, présentée par M. Paul Fallot.

L'hypothèse de l'existence d'une paragenèse molybdénite-uranium a conduit à la découverte de la pechblende dans le gîte de molybdénite d'Azegour.

En août 1949, M. J. Agard constatait qu'un échantillon de grenatite à molybdénite provenant du gîte d'Azegour présentait une radioactivité faible mais nettement perceptible au gammaphone. Fin novembre 1949, M. G. Jouravsky découvrait de la molybdénite associée à un titanate d'uranium à Bou Azzer. Le rapprochement de ces deux faits conduisait à l'hypothèse que l'association molybdène-uranium existait aussi à Azegour.

Une prospection au gammaphone des galeries de la mine d'Azegour, effectuée du 6 au 9 décembre 1949, avec MM. P. Bourg et R. Vergerio a permis de vérifier cette hypothèse et quelques points à très forte radioactivité ont été localisés.

Dans les échantillons recueillis, la pechblende a pu être identifiée. En sections polies elle présente une structure colloïdale typique : petits rubans et nodules mamelonnés recoupés par de minuscules filets de pyrite ou de calcite; son pouvoir réflecteur est faible; sa couleur, grise dans l'air, devient d'un gris plus foncé teinté de brun à l'immersion; elle est isotrope; les attaques par les acides chlorhydrique et iodhydrique sont négatives. A la loupe, elle apparaît noire, brillante avec une cassure conchoïdale. Elle n'est pas magnétique. Des essais à la plaque photographique effectués sur des sections polies ont permis de vérifier que la radioactivité émanait du minéral observé. Enfin, une analyse chimique par M. P. Coisset, sur une portion enrichie a montré qu'il s'agissait bien d'un oxyde d'uranium.

La forte radioactivité décelée dans le gisement est liée, soit à des zones privilégiées dans la masse des *tactites* minéralisées en molybdénite et scheelite (1), soit à des cassures minéralisées.

Dans la masse des tactites, l'oxyde d'uranium se présente en très petits grains sans formes nettes, étroitement associé à de l'hématite, le plus souvent dans des interstices entre les grenats et, parfois, à l'intérieur même des cristaux de molybdénite. Dans les cassures minéralisées, la pechblende est accompagnée de pyrite, d'hématite, de chalcopyrite et, plus rarement,

(1) Quant à la présence de la scheelite, signalée dans la présente Note qui détaille les découvertes mentionnées dans le pli cacheté n° 12.642 du 16 janvier 1950, elle a été divulguée dans *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 92.

de galène, de blende et de magnétite dans une gangue de carbonates (calcite, ankérite), de quartz et parfois de barytine.

L'uranium apparaît à Azegour dans une minéralisation complexe comportant notamment : molybdénite, scheelite, chalcopyrite, pyrite, pyrrhotine, blende, magnétite, oligiste, fluorine et, plus rarement, galène, linnéite [2] et bismuth natif. Il s'est probablement déposé principalement après la mise en place, dans les tactites, de la molybdénite et de la scheelite. Les solutions uranifères circulaient alors dans les fissures de retrait subsistant au sein des tactites après leur formation.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Intensité relative des deux composantes du doublet du sodium dans la lumière du ciel nocturne*. Note de M. **Pierre Berthier**, présentée par M. Jean Cabannes.

On sait que la transition $^2P_{3/2}-^2S$ (5 889,977 Å) de l'atome neutre de sodium est deux fois plus probable que la transition $^2P_{1/2}-^2S$ (5895,944 Å), en sorte que la raie D_2 est généralement deux fois plus intense que la raie D_1. Il semblait en être ainsi dans l'émission nocturne et dans l'émission crépusculaire des raies D, d'après les premiers travaux retatifs au sodium atmosphérique [1], [2], [3], [4].

Cependant Bricard et Kastler [5] ont pensé que le rapport des intensités des deux composantes du doublet pourrait varier dans d'assez larges limites. Les raies D se trouvent, en effet, superposées à la « bande de la pluie », et il est à craindre qu'elles ne soient affaiblies par la vapeur d'eau atmosphérique. L'absorption porterait principalement sur la raie D_2 qui n'est distante que de 0,334 et 0,089 Å de fortes raies de H_2O (5 889,643 et 5889,888 Å). Celles-ci peuvent recouvrir la raie D_2, si elles sont assez larges. On peut donc s'attendre à trouver, dans la lumière du ciel nocturne ou crépusculaire, un rapport d'intensité D_2/D_1 inférieur à 2.

J'ai entrepris à l'Observatoire de Haute-Provence la mesure précise du rapport des intensités des deux raies D au crépuscule et pendant la nuit, au moyen d'un étalon interférentiel à couches multiples, suivi d'un objectif de 95 mm de longueur focale ouvert à F/2. L'épaisseur de la lame d'air (0,14 mm) a été choisie de manière à ce que les deux composantes du

(2) F. von der Weid, *Thèse*, Genève, 1941.

(1) J. Cabannes, J. Dufay et J. Gauzit, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 870.
(2) J. Cabannes, J. Dufay et J. Gauzit, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1525.
(3) R. Bernard, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 928.
(4) R. Bernard, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1137.
(5) *Ann. Géophys.*, 1, 1944, p. 19 et 20.

doublet donnent des systèmes d'anneaux presque en discordance complète près du centre ([1]). Les clichés sont étalonnés au moyen d'un photomètre à pénombre ([6]) éclairé par une lampe à sodium, et dépouillés au microphotomètre enregistreur. Des mesures semblables sont effectuées, d'autre part en plaçant devant l'interféromètre un écran diffusant éclairé par la lampe à sodium.

Des essais préliminaires ont été effectués sur des plaques panchromatiques dont la sensibilité tombe rapidement vers le rouge, avec un filtre éliminant la raie 5 577,35 Å de (O I). Cependant, dans ces conditions, les raies 6 300-6 364 Å de (O I) impressionnent encore la plaque. L'emploi d'un filtre interférentiel, dont la bande passante, centrée sur 5 890 Å, a moins de 200 Å de large, a conduit à de bien meilleurs résultats. Mais l'opacité du filtre oblige à faire de longues poses sur le ciel (7 à 11 h).

Pendant cinq belles nuits du mois de novembre de degré hygrométrique très faible, j'ai obtenu pour le rapport des intensités D_2/D_1, des nombres compris entre 1,97 et 1,99. Leur valeur moyenne est $1,98 \pm 0,05$, tandis que les mesures faites au laboratoire, avec la lampe à sodium ont donné : $2,01 \pm 0,03$. Les mesures sont un peu moins précises sur le ciel, surtout en raison du fond continu.

Ainsi, pendant des nuits d'hiver claires et sèches le rapport des intensités des deux raies D nocturnes a bien la valeur théorique et l'absorption par la vapeur d'eau n'intervient pratiquement pas. Les mesures seront poursuivies au crépuscule et par des nuits humides; l'absorption par la vapeur d'eau peut être plus importante en été.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle sur les cultures de tissus de Topinambour et de Carotte.* Note (*) de MM. **Robert Bouriquet** et **Henri Pachéco**, présentée par M. Roger Heim.

Le chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle a une action phytohormonale nette; aux fortes doses il devient fortement toxique.

Au cours de recherches précédentes, l'un de nous ([1]) avait préparé le N-méthyl-N-phénylglycocolle et mis en évidence l'activité phytohormonale de ce composé. Il nous a paru intéressant de préciser ce travail préliminaire en étudiant son action sur les cultures de tissus.

Pour cette étude, nous avons fait appel, d'une part aux tissus de paren-

([6]) D. Barbier, *Ann. Astrophys.*, 7, 1944, p. 86.

(*) Séance du 19 décembre 1951.

([1]) H. Pachéco, *Soc. Biol.*, 144, 1950, n° 1 et 2.

chyme vasculaire de Topinambour cultivés *in vitro* qui, comme l'a montré Gautheret (²), sont incapables de se développer en l'absence d'hétéro-auxine; d'autre part, aux tissus de la souche de Carotte isolée en 1937 par Gautheret, qui ne peuvent se développer que faiblement en l'absence d'hétéro-auxine. Les fragments furent pesés au moment de leur prélèvement, puis en fin de culture afin de déterminer leur accroissement. Nous avons obtenu les résultats suivants :

1. *Tissus de Topinambour.* — Le chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle ne manifeste aucune propriété excito-formatrice jusqu'à la dose de 10^{-6} (*fig.* 1) ; si l'on augmente la dose, les tissus se développent d'autant plus activement que celle-ci est plus forte; mais dès 10^{-4}, quoique leur

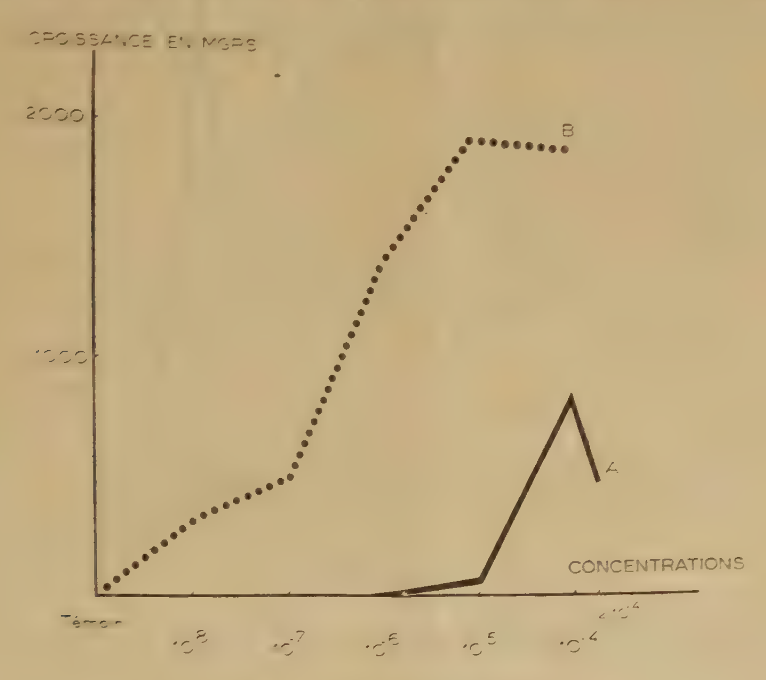


Fig. 1. — *Tissus de Topinambour.*

Courbes résumant l'action du chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle (A) comparée à celle de l'acide indol-acétique (B) sur la prolifération des tissus cultivés *in vitro*. Chaque valeur correspond à la moyenne calculée sur 12 fragments.

prolifération soit très intense, ils commencent à subir l'action toxique du chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle; le cal qu'ils produisent sous l'influence de cette dose présente une structure analogue à celle provoquée par l'acide indol-acétique. Aux doses supérieures, la toxicité l'emporte et les tissus meurent avant d'avoir pu se développer normalement.

(²) R. J. Gautheret, *Rev. Cyt. et Cytophysiologie végétales*, 6, 1943, p. 85-180.

En superposant sur le graphique la courbe exprimant l'action de l'acide indol-acétique, on voit que le pouvoir stimulant du chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle est très inférieur à celui de l'hétéro-auxine.

2. *Tissus de Carotte.* — L'expérience réalisée sur une souche de tissu de Carotte fournit des résultats analogues (*fig.* 2); jusqu'à la dose de 10^{-6}, le chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle ne provoque aucune stimu-

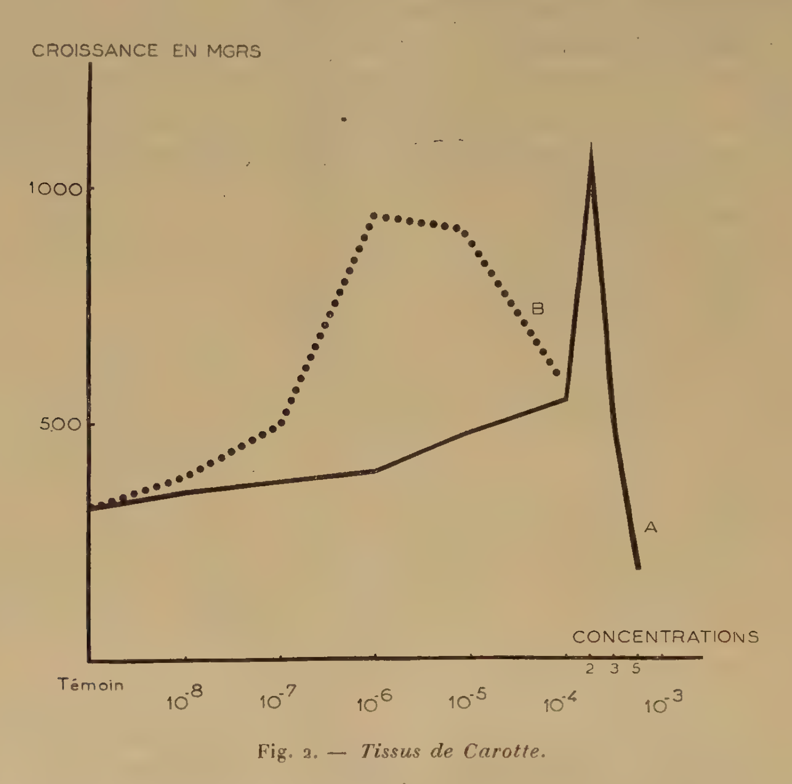


Fig. 2. — *Tissus de Carotte.*

Courbes résumant l'action comparée du chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle (A) et de l'acide indol-acétique (B) sur la prolifération des tissus cultivés *in vitro*. Chaque valeur correspond à la moyenne calculée sur 12 fragments.

lation des cultures; la croissance augmente ensuite avec la dose jusqu'à une concentration de 2.10^{-4} qui correspond à l'optimum; cet optimum est un peu supérieur à celui correspondant à l'acide indol-acétique; mais, étant donné la toxicité du chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle qui se manifeste dès 10^{-4} par la nécrose des tissus rendant impossible tout repiquage, on est obligé d'admettre que cette croissance très abondante présente un caractère pathologique. Nous avons également recherché ce qui se produirait en associant le chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle à l'acide indol-acétique. Pour cela, nous avons fait agir sur les tissus de Topinambour et sur ceux de Carotte des doses variables de chlorhydrate de N-méthyl-N-phénylglycocolle allant de 10^{-8} à 5.10^{-4} combinées à

différentes doses d'acide indol-acétique (de 10^{-8} à 10^{-4}); nous n'avons constaté ni antagonisme, ni synergie.

Nous pouvons donc conclure que le chlorhydrate de N-méthyl-N-phényl-glycocolle a une action auxinique, mais la toxicité de cette substance empêche cette action de s'exprimer librement aux fortes doses.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Échanges gazeux respiratoires des tissus de Crown-Gall de Scorsonère* (Scorzonera hispanica L.) *cultivés* in vitro *en présence d'acide α-naphtalène acétique.* Note (*) de M. **Claude Lioret**, présentée par M. Roger Heim.

L'acide α-naphtalène acétique aux concentrations de 10^{-8} et 10^{-6} ralentit la croissance et les échanges gazeux respiratoires des tissus de Crown-Gall cultivés *in vitro*.

L'étude de l'influence des substances de croissance sur les échanges gazeux respiratoires des tissus végétaux cultivés *in vitro* a été commencée par Lachaux [1]. Elle a été poursuivie par Mitchell, Burris et Riker [2] puis par Nickell [3]; mais ces derniers auteurs n'ont pas suivi l'évolution des phénomènes dans le temps et ont utilisé des tissus tumoraux, pour lesquels la présence d'auxine n'est pas indispensable à la croissance. Il m'a paru intéressant de reprendre cette étude sur les tissus tumoraux en envisageant une comparaison ultérieure avec des tissus normaux.

Les cultures ont été faites selon la technique de Gautheret. Trois milieux ont été utilisés : un milieu témoin (lot 0) constitué par une solution de Knop diluée de moitié, additionnée de gélose (1,2 %), de glucose (3 %), de chlorhydrate de cystéine (10^{-5} g : cm^3) et d'aneurine (10^{-6}); les deux autres milieux possédaient en plus de l'acide naphtalène acétique aux concentrations respectives de 10^{-8} (lot 1) et de 10^{-6} (lot 2). Ces milieux furent ensemencés à l'aide de fragments, provenant d'une souche de Crown-Gall de Scorsonère isolée en 1947 par Gautheret, et pesant de 150 à 200 mg. Après différentes durées de culture (1, 7, 15, 30 et 44 jours), les explantats étaient retirés du milieu et pesés. Ils étaient ensuite laissés environ 9 heures dans une enceinte close, à l'obscurité. Les gaz étaient alors extraits et dosés selon les techniques de L. Plantefol et A. Moyse, tandis que les tissus étaient desséchés et pesés.

Les résultats sont consignés dans les graphiques ci-joints; les courbes de la figure 1 représentent les accroissements pondéraux exprimés en milligrammes

(*) Séance du 19 décembre 1951.

(1) *Comptes rendus*, 219, 1944, p. 258 et 291.

(2) *Amer. J. Bot.*, 36, 1949, p. 368-378.

(3) *Amer. J. Bot.*, 37, 1950, p. 829.

pour 100 mg de la substance sèche initiale, celles de la figure 2 indiquent les intensités respiratoires (I. R.) exprimées en centimètres cubes de CO_2 émis par gramme de matière sèche et par heure.

Les cultures témoins (lot 0) présentent un accroissement pondéral plus important que les cultures faites en présence d'acide α naphtalène-acétique; le lot 2 (10^{-6}) ayant l'accroissement minimum.

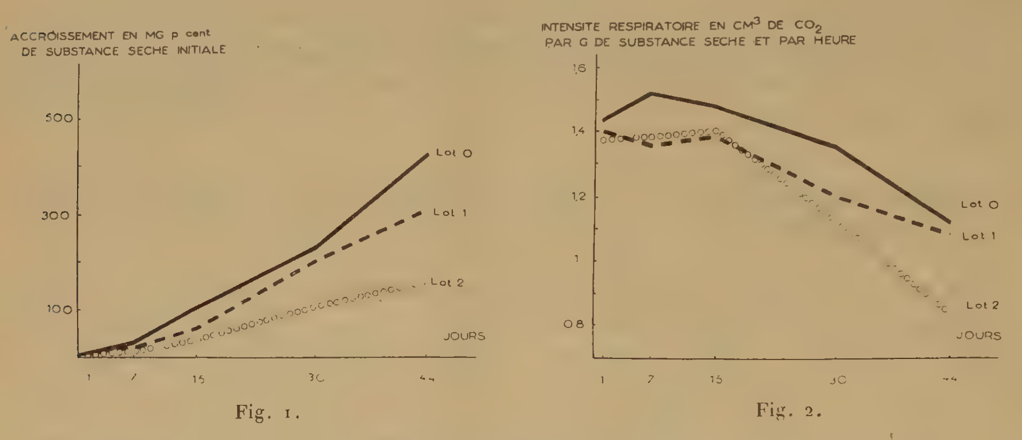


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Action de l'acide α naphtalène-acétique sur la croissance des cultures de tissus de Crown-Gall de Scorsonère.

Fig. 2. — Action de l'acide α naphtalène-acétique sur l'intensité respiratoire des cultures de tissus de Crown-Gall de Scorsonère.

L'examen de la figure 2 permet de constater, à partir de la deuxième semaine, une diminution générale des I. R. (de 1,4 à 1,1). Après 24 h, on ne distingue pas encore de différences entre les trois lots. L'I. R. du lot 0 devient ensuite un peu supérieure à celle des autres lots (1,5 contre 1,4); cet écart se maintient jusqu'en fin d'expérience où l'I. R. du lot 1 rejoint celle du témoin, tandis que la différence avec l'I. R. du lot 2 (10^{-6}) s'accentue; parallèlement on observe, pour ce dernier lot, une diminution de la teneur en eau, exprimée en grammes d'eau pour 100 g de substance sèche : 1270 contre 1600 pour les autres lots. Les quotients respiratoires se sont maintenus, pour toutes les cultures, au voisinage de l'unité durant l'expérience.

L'acide naphtalène-acétique ralentit donc la croissance et les échanges gazeux respiratoires des tissus de Crown-Gall de Scorsonère. Les phénomènes sont particulièrement nets avec une dose forte (10^{-6}), pour laquelle on observe également une diminution de la teneur en eau, toutefois trop faible pour influencer les processus respiratoires. Bien que la quantité totale de CO_2 émise par une culture augmente en fonction de sa taille, on observe, pour tous les lots, en rapport avec l'âge des cultures, une diminution de l'I. R. exprimée en CO_2 émis par gramme de matière. Ce phénomène peut avoir deux origines :

1° Une diminution du rapport de la « masse active » à la masse totale au

cours du temps, par exemple par accumulation de substances non protoplasmiques.

2° Un appauvrissement du milieu, et par suite des tissus, en aliments respiratoires.

L'étude des variations de la teneur en azote protéique comme indice de la « masse active » et des glucides, permettra de préciser ces points.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Relations entre l'alimentation potassique et la chlorose calcaire de* Lupinus albus *L.* Note de M. **Pierre Gouny** et M[lle] **Rose Mazoyer**, présentée par M. Albert Demolon.

Nous avons montré antérieurement ([1]) que la présence du carbonate de calcium dans le milieu de culture de *Lupinus albus* L. entraîne, parallèlement à la disparition de la pigmentation chlorophyllienne des parties aériennes, de profondes altérations dans la nutrition minérale de la plante. On observe, en particulier, une assimilation accrue du potassium.

Des observations analogues ont conduit certains auteurs à émettre l'hypothèse que cette accumulation du potassium est directement responsable des troubles pathologiques observés dans la chlorose calcaire ([2]). Mais en sens opposé on sait que l'emploi des sels de potassium est susceptible d'amener un certain reverdissement des végétaux chlorotiques et l'on a parfois observé que le potassium permet une absorption accrue du fer par la plante ([3]).

Ces contradictions sont dues aux difficultés d'expérimentation et d'interprétation lorsque les plantes sont cultivées sur un sol naturel. Nous avons étudié l'influence de la nutrition potassique sur la chlorose calcaire du *Lupinus albus* L. en utilisant le système de culture en milieu synthétique avec solution coulante précédemment décrit ([1]), ([4]).

Des séries homologues de vases de culture renfermant de 0 à 20 % de carbonate de calcium étaient alimentées avec des solutions nutritives diluées, différant uniquement par leurs teneurs en potassium. Celles-ci variaient de 3 à 39 mg : l.

Dans chaque série on observait une aggravation des symptômes de chlorose des lupins avec la teneur du vase de culture en carbonate de calcium. Mais pour une même teneur en carbonate de calcium, le comportement des plantes différait suivant la richesse de la solution nutritive en potassium.

([1]) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1482.

([2]) Lindner et Harley, *Plant Physiology*, 19, 1944, p. 420.

([3]) Sideris et Young, *Plant Physiology*, 20, 1945, p. 609.

([4]) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1966.

Pour les vases à faible teneur en carbonate de calcium (1 et 2,5 %), la chlorose était d'autant moins accentuée que la solution était plus riche en potassium. Au contraire, pour des teneurs plus élevées (5, 10, 15, 20 %) l'état végétatif optimum était obtenu avec les concentrations moyennes en potassium (12 et 19 mg : l) et la concentration de 39 mg : l augmentait l'intensité de la chlorose.

Les plantes ont été récoltées à la floraison et analysées. Pour une même teneur du vase de culture en carbonate de calcium, les cendres accusaient une richesse d'autant plus grande en potassium que la concentration de la solution nutritive en cet élément, était elle-même plus élevée. Parallèlement, le rapport équivalentaire (Ca + Mg)/K diminuait régulièrement.

L'amplitude des différences analytiques observées était particulièrement élevée entre les séries faiblement ou moyennement alimentées en potassium. Elle devenait ensuite beaucoup plus réduite. Dans l'ensemble de nos essais le rapport équivalentaire (Ca + Mg)/K diminuait de la valeur 4,0 (vase sans CO_3Ca limenté avec la solution à 3 mg : l de K) à la valeur 1,0 (vase à 20 % de CO_3Ca alimenté avec la solution à 39 mg : l de K).

En second lieu, la détermination du fer total absorbé par les plantes nous a permis de vérifier, dans le cas du Lupin, les observations de Sideris et Young sur la relation entre l'absorption du fer et celle du potassium, mais uniquement lorsque le carbonate de calcium était absent ou présent en faibles quantités. De fortes quantités de carbonate masquent le phénomène.

En résumé, la nutrition potassique a donc une influence certaine et importante sur le développement de la chlorose calcaire du Lupin. Les teneurs en potassium des solutions nutritives expérimentées restent dans la zone de concentration des solutions des sols cultivés. Cependant, même dans de telles limites, l'analyse du rôle joué par le potassium se révèle très complexe. D'une part, en permettant la pénétration d'une quantité accrue de fer à l'intérieur de la plante, il peut contribuer à atténuer l'intensité des symptômes chlorotiques. Mais d'autre part, lorsque la teneur en carbonate de calcium du milieu s'élève, on n'observe plus de différence nette dans l'absorption du fer et l'enrichissement relatif de la solution nutritive en potassium peut aggraver la maladie.

En pratique, l'apport des sels potassiques dans un milieu calcaire faiblement pourvu en cet élément pourra exercer un effet favorable sur la végétation de la plante, tandis que dans un milieu mieux pourvu on observera l'effet contraire. Cela explique les difficultés d'interprétation des observations sur la chlorose calcaire dans le milieu naturel.

MYCOLOGIE. — *Déterminisme de la formation des spores chez le* Trichothecium roseum *(Persoon) Link*. Note de MM. **René Morquer** et **Charles Montant**, présentée par M. Roger Heim.

La sporogénèse de *Trichothecium roseum* comprend la formation : 1° de macroconidies *xérospores* dont la production constante est stimulée par une concentration élevée en glucides de 4-32° C; 2° de microconidies *myxospores*, favorisée par les protides simples au-dessous de 28°. Le rapport C/N entre les constituants alimentaires étant compris entre 13 et 21,5; 3° de chlamydospores. L'âge et la race n'influent que secondairement sur la sporogénèse.

Beaucoup de Champignons produisent plusieurs catégories d'organes de multiplication et de conservation : conidies de diverses formes, chlamydospores. Vuillemin (1910) fonda une classification des Adélomycètes sur les modes de formation et de séparation des spores. Mason [1] (1933-1937) y discerna plusieurs types biologiques suivant leurs modes d'insertion et de croissance. Il montra l'importance de leur consistance sèche ou visqueuse pour la dispersion; il opposa ainsi les masses poudreuses de spores à celles qui restent agglutinées et mucilagineuses. Parmi les Champignons chez lesquels se succèdent myxospores et xérospores, nous étudierons le genre *Trichothecium* Link. Son conidiophore dressé, cylindrique, simple, bourgeonne, à l'apex, une ou plusieurs spores larges, ovales, uniseptées. *Tr. domesticum* Fries saprophyte et parasite des plantes grasses, observé par nous, est réduit à cette forme conidienne. *Tr. roseum* (Pers.) Link produit la moisissure rose et la pourriture amère des pommes, commensal de *Venturia pirina* Aderhold (agent de la tavelure du Poirier). Il peut parasiter *Cucumis*, d'après Kalashnikor [2] et les Courges, ainsi que nous l'avons montré expérimentalement [3]. *Tr. roseum* ne forme à l'état naturel que des macroconidies bicellulaires. En culture, Hoffmann entrevit ses « spermaties » [4], mais il le confondit avec *Acrostalagmus cinnabarinus* Corda. L. Matruchot [5] désigna le second appareil aérien ramifié sous le nom de *pseudoverticillium*; il admit l'existence de deux variétés α et β, dont la première formerait tardivement des myxospores, tandis que la seconde en serait héréditairement dépourvue. Il affirma que seule la culture sur pomme de terre produisait toujours la forme pseudoverticille, à microconidies uni-

---

(1) *Annotated account of fungi received at the Mycological Institute*, Kew, List II, fasc. 3, 1937, p. 76-77.

(2) *Plant Protection*, Leningrad, 1935, fide Viennot-Bourgin; *Les Champignons parasites des plantes cultivées*, 1, 1949, p. 1445.

(3) Ch. Montant, *Dipl. d'Étud. sup.*, Toulouse, 1950.

(4) Hoffmann, *Bot. Zeitung*, 12, 1854, p. 249.

(5) *Recherches sur le développement de quelques Mucédinées*, Paris, 1892, p. 45-59.

cellulaires. Les influences possibles du milieu nutritif, de l'âge, de la culture, une propriété héréditaire furent seules considérées comme causes dans leur généralité. Estienne [6] signala le polymorphisme de *Tr. roseum*, mais son déterminisme manquait d'une étude précise.

Dans le but d'étudier respectivement l'influence génétique et celle des constituants nutritifs, nous avons expérimenté sur sept souches [de localités différentes : plaine toulousaine, Pyrénées ariégeoises (l'Hospitalet), Montagne Noire], prélevées sur des organes divers (rameaux, fruits), ou offrant des particularités dûment observées : souche de Tempe à pseudo-verticille et de Houwink n'ayant pas produit jusqu'ici ce type de conidiophores. La culture sur milieux naturels variés, tubercules, drupes et leurs décoctions, gomme arabique et adragante, carpophores, sclérotes, en tubes ou en chambres humides, nous a montré : 1° que la production des macroconidies xérospores disposées en sympodes, de teinte orangé rose, dépendait de facteurs de nutrition dont le plus important est la richesse en glucides; d'une température efficace de + 4° à + 32°, limites plus espacées que celles admises (optimum 22°-25°). La lumière n'influe que sur l'intensité de la pigmentation (caroténoïde). La paroi cellulaire est chitineuse, sans cellulose ni pectine; 2° que l'apparition des microconidies myxospores, dans leur mucilage sporal de couleur rouge brique, s'observe dès le 8ᵉ jour sur pomme de terre et à la 20ᵉ heure en goutte pendante. Leur germination peut redonner directement des microconidies en milieu carencé, ce qui modifie l'interprétation du facteur relatif à l'âge et suggère l'intervention d'un métabolite dans l'élaboration de la microconidigénèse. Toutes les souches ont produit des myxospores (moins abondantes à partir de celle de Houwink) : l'importance du facteur génétique se réduit à une aptitude variable à élaborer la forme microconidienne. Celle-ci dépend encore d'une humidité élevée; une température supérieure à 28° l'inhibe.

L'étude expérimentale sur des milieux synthétiques nous a permis de préciser l'influence de certains facteurs sur la sporogénèse : *Action de la nature de l'aliment carboné* : le glycérol, en présence d'asparagine, ralentit le développement mycélien et la macroconidigénèse; maltose, saccharose, glucose, mannitol l'intensifient. L'amidon l'entretient. Certains diholosides (maltose, saccharose, mannitol) stimulent la microconidigénèse.

Action de la nature de l'aliment azoté : l'efficacité de la pomme de terre pour la production des myxospores a motivé une extraction de son principal constituant azoté, la tubérine, globuline dont la digestibilité par le Rat est [selon Jacquot [7]] voisine de celle de la caséine; or l'hydrolyse de la tubérine par *Tr. roseum* est lente. La caséine est un excellent aliment;

---

[6] *Ann. Soc. Scient. Bruxelles*, 57, série II, 1938, p. 130-146.

[7] R. Jacquot et Y. Armand, *C. R. Acad. Agric. France*, 1942.

or, ni l'une ni l'autre ne conduisent à la formation de microconidies. Les protéides simples (asparigine, glycocolle, tryptophane, ovalbumine) favorisent la production des myxospores.

Action de la concentration de l'aliment carboné : la seule variable étant le taux du carbone (maltose de 0,002 à 20 % en présence d'asparagine), nous avons montré la zone étendue de la macroconidigénèse, abondante de 1,6 % à 20 %, tandis que la microconidigénèse apparaît seulement au 13e jour à 2 %.

Étude de la concentration de l'aliment azoté (asparagine ou tryptophane de 0,02 à 10 %) : elle fait apparaître les *limites étroites de la production des myxospores entre* 0,2 *et* 0,5 %. L'un d'entre nous, étudiant la sporogénèse du *Dactylium macrosporum* (8) a établi l'importance du rapport C/N, le minimum de septation des conidies coïncidant avec un rapport C/N = 12,64. Chez *Tr. roseum* le rapport entre le carbone et l'azote assimilables, compris entre 13 et 21,5 (variable suivant la nature de la source azotée simple) semble conditionner la microconidigénèse, tandis que la macroconidigénèse est compatible avec les variations d'une amplitude considérable (0,4 à 439); l'optimum est de 13 %. L'ensemble des résultats acquis nous autorise à penser que l'apparition des microconidies myxospores dépend de l'élaboration par le *Trichothecium roseum* d'une substance azotée de poids moléculaire peu élevé, oxydable et thermolabile.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Un cerveau de fœtus de Marsouin* (Phocæna communis *Cuv.*). Note de Mlle **Madeleine Friant**, présentée par M. Émile Roubaud.

Chez le fœtus de Marsouin, le *pallium* cérébral ne présente pas de scissure rhinale et son sillon d'operculisation est l'*Ectosylvia*. De ces faits nouveaux, il résulte que les sillons fondamentaux du télencéphale des Cétacés doivent être interprétés d'une manière toute différente de celle, jusqu'ici, admise.

Pour interpréter les plissements si complexes du télencéphale des Cétacés, il est indispensable d'observer des stades embryonnaires où, seuls, les sillons fondamentaux se trouvent indiqués. Or, jusqu'ici, nous ne connaissions, comme stade du développement, qu'un cerveau fœtal de Mégaptère (Rorqual) décrit, en 1925, par R. Anthony (1).

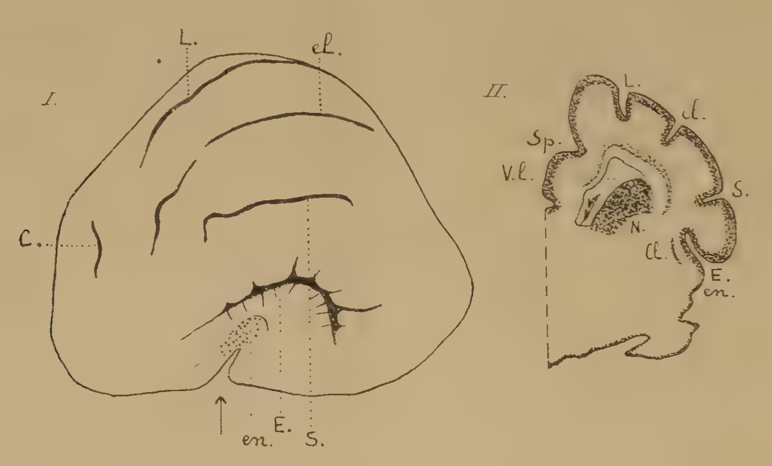
Grâce à M. le Professeur G. Glismtedt, j'ai étudié, à l'Institut Tornblad d'Embryologie comparée de l'Université de Lund, le cerveau d'un fœtus

(8) R. Morquer, *Recherches morphogéniques sur le* Dactylium macrosporum (*Thèse*, Paris, 1931, p. 391).

(1) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 681.

de Marsouin (*Phocæna communis* Cuv.) d'une longueur totale de 260 mm. Le télencéphale (longueur : 22 mm) est remarquable par sa largeur et sa hauteur considérables.

Le *Rhinencéphale* est déjà très régressé : c'est à peine si l'on distingue un relief à l'emplacement des bulbes olfactifs, dont les pédoncules ne sont pas discernables. Cependant, les tubercules olfactifs sont nets, quoique non en saillie. La scissure endorhinale (en.) est bien visible.



Fœtus de *Phocæna communis* Cuv. donné par M. le Dr K. H. Krabbe, de Copenhague, à l'Institut Tornblad (Lund). Hémisphère cérébral gauche. *I.* — Face externe. — *II.* Coupe transversale passant au niveau indiqué, en *I*, par la flèche; une partie de la région interne n'est pas figurée. — *en*, scissure endorhinale; E, *Ectosylvia*; S, *Suprasylvia*; *el*, Ectolatéral; L, Latéral; C, Coronal; Sp, Splénial; V. l., Ventricule latéral; N, Noyau caudé; Cl, *Claustrum*. 2 fois et demie grandeur naturelle.

Le *Neopallium* présente des dispositions intéressantes. Sur la face externe des hémisphères, au-dessus de la scissure endorhinale, existe un sillon en fer à cheval, très enfoncé dans la profondeur (*fig.* I); au premier abord, ainsi que R. Anthony l'avait supposé pour le cerveau fœtal de Mégaptère, ce sillon paraît être la scissure rhinale. L'histologie (*fig.* II) nous révèle qu'il n'en est point ainsi : il s'agit de l'*Ectosylvia* (E.), sillon d'operculisation d'une région uniquement néopalléale, à ce stade; sa lèvre supérieure présente de nombreux sillons radiaires qui divergent en éventail. De la région insulaire, partent des plis qui convergent vers la scissure endorhinale.

La scissure rhinale est complètement effacée; mais, sur les coupes histologiques, la limite du Rhinencéphale et du *Neopallium* est très nette.

On ne distingue pas de *Pseudosylvia*.

Au-dessus de l'*Ectosylvia*, trois sillons, sensiblement parallèles et assez peu arqués, sont certainement, de bas en haut : la *Suprasylvia* (S.), l'Ectolatéral (el.), fragmenté, et le Latéral (L.). En avant du Latéral, un sillon

oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant, est l'ébauche du Coronal (C.).

Sur la face interne des hémisphères, le seul sillon du *Neopallium*, déjà très marqué, est le Splénial qui, étendu d'une manière exceptionnelle, forme un arc continu.

La disposition arquée des Ventricules latéraux souligne la flexion progressive des hémisphères, au cours de la vie intra-utérine.

Le cerveau fœtal de *Megaptera boops* L. décrit par R. Anthony, un peu moins avancé, peut-être, dans son développement, que celui de notre *Phocæna*, lui est très comparable, bien qu'endommagé. Son Rhinencéphale est beaucoup moins régressé, ce qui tient au fait que le *Megaptera* est un Mysticète, le *Phocæna*, un Odontocète.

Les recherches d'histologie cérébrale, ci-dessus exposées, permettent donc d'établir que, chez le fœtus de *Phocæna*, le cerveau ne présente *pas de scissure entre le Rhinencéphale et le Neopallium* et qu'il existe *une Insula dont le sillon limite supérieur est l'Ectosylvia*. De ceci, il résulte que les sillons fondamentaux du *Pallium* des Cétacés doivent être interprétés d'une manière toute différente de celle, jusqu'ici, admise :

Sillons arqués de la face externe du cerveau.

Interprétation nouvelle.	Pour G. Elliot Smith et R. Anthony.
Ectosylvia......................	Scissure rhinale
Suprasylvia....................	*Ectosylvia*
Ectolatéral....................	*Suprasylvia*
Coronal-Latéral................	*Corono-Latéral*

BIOLOGIE. — *L'acide ascorbique et l'activité de la surrénale chez le Rat hypophysectomisé*. Note (*) de M. **Louis-Paul Dugal** et Mlle **Mercédès Thérien**, présentée par M. Robert Courrier.

Dans une publication récente nous avons montré que l'acide ascorbique, tout en assurant une meilleure survie, diminue considérablement ou même empêche l'hypertrophie de la surrénale du Rat et du Cobaye soumis à de courtes périodes de froid intense ou à de longues périodes de froid modéré (1), et de plus, (2) que la même substance diminue grandement ou même abolit complètement la réaction d'alarme normalement causée par le froid, sans que l'activité de la surrénale soit amoindrie.

(*) Séance du 2 janvier 1952.

(1) L.-P. Dugal et M. Thérien, *Endocrinology*, 44, 1949, p. 420.

(2) M. Thérien, J. Leblanc, O. Héroux et L.-P. Dugal, *Can. J. Research E.*, 27, 1949, p. 349.

Toutes ces conclusions nous suggéraient trois hypothèses :

1° L'acide ascorbique empêcherait l'action de l'ACTH sur la surrénale, ce qui était peu probable.

Pour vérifier cette première hypothèse, nous avons recherché l'action de l'ACTH combinée ou non à l'acide ascorbique sur le poids des surrénales du Rat blanc.

Les résultats obtenus montrent qu'à la dose employée, l'ACTH fait augmenter le poids des surrénales de 16 % [d'une façon hautement significative ($t = 3{,}04$) et que le résultat est le même si cette même dose d'ACTH est combinée à l'acide ascorbique (15 %, $t = 3{,}01$)].

Donc la vitamine C ne bloque pas l'action de l'ACTH exogène.

2° Comme deuxième hypothèse nous nous sommes demandé si la vitamine C n'avait pas une action directe sur la surrénale et ne provoquait pas une hyperactivité du cortex surrénal, l'hypersécrétion d'hormones corticales déversées dans le sang empêchant ainsi l'hyperproduction d'ACTH d'après la théorie de Sayers (3).

Il semble clair, d'après les résultats résumés dans le tableau I, que l'acide ascorbique seul n'a aucune influence sur le poids des surrénales atrophiées de rats hypophysectomisés et n'a probablement aucun effet sur l'activité du cortex surrénal, du moins dans le court espace de temps où nous avons appliqué le traitement.

3° Restait à vérifier la troisième hypothèse qui était la suivante : l'acide ascorbique administré à fortes doses à un animal normal, qui a déjà une sécrétion normale d'ACTH, aurait les mêmes effets sur la surrénale qu'une hypersécrétion d'ACTH causée par un *stress* quelconque, et par conséquent, empêcherait cette même hypersécrétion d'ACTH.

Nous avons préparé trois groupes de rats hypophysectomisés, d'un poids moyen de 115 g que nous avons nourris au régime spécial de Shaw et Greep (4). Au 13e jour après l'hypophysectomie, nous avons prélevé et pesé la surrénale gauche de chaque individu et nous avons commencé les traitements respectifs de chaque groupe de rats, traitements qui devaient durer 10 jours.

Il est clair ici (tableau II), que seul le groupe recevant la combinaison acide ascorbique + ACTH montre une augmentation de la surrénale droite par rapport à la surrénale gauche (25 %, $t = 3{,}61$).

Il semble donc, d'après ces résultats, qu'une faible dose d'ACTH combinée à l'acide ascorbique aurait le même effet que l'ACTH seule à dose beaucoup plus forte, soit à dose correspondant à une hypersécrétion chez l'animal normal soumis au *stress*.

---

(3) *Physiol. Rev.*, 30, 1950, p. 241.

(4) *Endocrinology*, 44, 1949, p. 525.

TABLEAU I.

Effet de l'ascorbate de sodium sur le poids de la surrénale droite du Rat hypophysectomisé et partiellement surrénalectomisé.

Traitement.	Durée de l'expérience après hypophysectomie (jours).	Jours de traitement.	Nombre d'animaux.	Poids (*) de la surrénale (mg) gauche (**).	droite (***).	Différence (%).
$NaHCO_3$, etc.	16 à 20	7 à 10	19	5,89	6,36	7,9
Ascorbate Na, 150 mg acide ascorbique par jour	16 à 20	7 à 10	19	5,94	5,98	0,6

(*) Poids des organes frais. (**) Avant traitement. (***) Après traitement.

TABLEAU II.

Influence de l'acide ascorbique combiné à l'A. C. T. H., de l'A. C. T. H. seule, sur la surrénale du Rat hypophysectomisé.

Traitement.	Durée de l'expérience après hypophysectomie (jours).	Jours de traitement.	Nombre d'animaux.	Poids (*) de la surrénale (mg) gauche.	droite.	Différence absolue (mg).	Différence (%) surr. droite / surr. gauche
A. C. T. H., 0,5 mg : j intrapérit.	25	10	19	5,99 ± 0,32 (**)	5,73 ± 0,42 (**)	−0,26	–
$NaHCO_3$ + A. C. T. H., 0,5 mg : j intrapérit.	25	10	10	5,53 ± 0,23 (**)	5,28 ± 0,25 (**)	−0,25	–
Ascorbate Na, 150 mg acide asc. par jour + A. C. T. H., 0,5 mg : j intrapérit.	25	10	21	5,79 ± 0,20 (**)	7,27 ± 0,36 (**)	+1,48	+25,6 ($t = 3,61$)
Différence % entre surrénale droite de différents gr.	–	–	–	–	entre 1 et 3 26,9 ($t = 2,79$)	entre 2 et 3 37,7 ($t = 4,54$)	–

(*) Poids des organes frais. (**) Erreur Standard

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Essai d'appréciation quantitative d'un tropisme.* Note de M. **André Bourdillon**, présentée par M. Louis Fage.

Les *Modiolaria marmorata* (Forbes) sont des *Mytilidæ* commensaux de la tunique de diverses Ascidies. Assez mobiles, ils se déplacent sur le substrat grâce à l'action de leur pied.

Dans chacun des trois cristallisoirs A, B, C, de surface respective 269 cm², 380 cm² et 706 cm², 100 *Modiolaria*, à la température de 15° C, uniformément répartis, sont en présence de deux groupes identiques de trois *Ciona intesti-*

nalis (L) fixées au fond par deux petits blocs de paraffine. Je note en fonction du temps le nombre de *Modiolaria* qui se fixent sur les *Ciona*. Les résultats, portés sur un graphique, permettent de tracer les trois courbes *a*, *b*, *c*.

La même expérience est reprise dans les cristallisoirs A et B, après suppression des *Ciona*. Je note en fonction du temps le nombre de *Modiolaria* qui montent sur les blocs de paraffine au cours de leurs déplacements. J'obtiens les courbes *a'* et *b'*.

La comparaison des courbes des deux expériences, dont les conditions étaient identiques, indiquent la présence d'un tropisme de la part des *Modiolaria* pour les *Ciona*. Pour en calculer l'intensité, il faut dégager l'équation des courbes précédentes.

Soient : une surface S disponible pour les déplacements, des supports de surface totale s et de périmètre total P, placés dans la surface S, pour lesquels les N *Modiolaria*, qui se déplacent dans $S - s$ n'éprouvent, nous l'admettrons pour l'instant, pas de tropisme, tout en étant susceptibles de s'y fixer. Au temps t, n_t *Modiolaria*, sont fixés sur ces supports. Si $N - n_t$ est assez grand et si $S - s$ est peuplée de façon homogène par les *Modiolaria*, ce qui nécessite $(N - n_t)/(S - s)$ suffisamment grand, nous avons :

$$(1) \qquad dn_t = \frac{KP(N - n_t)\,dt}{S - s}.$$

Compte tenu de ce que, à l'instant $t = 0$, n_t est nul, l'équation (1) donne

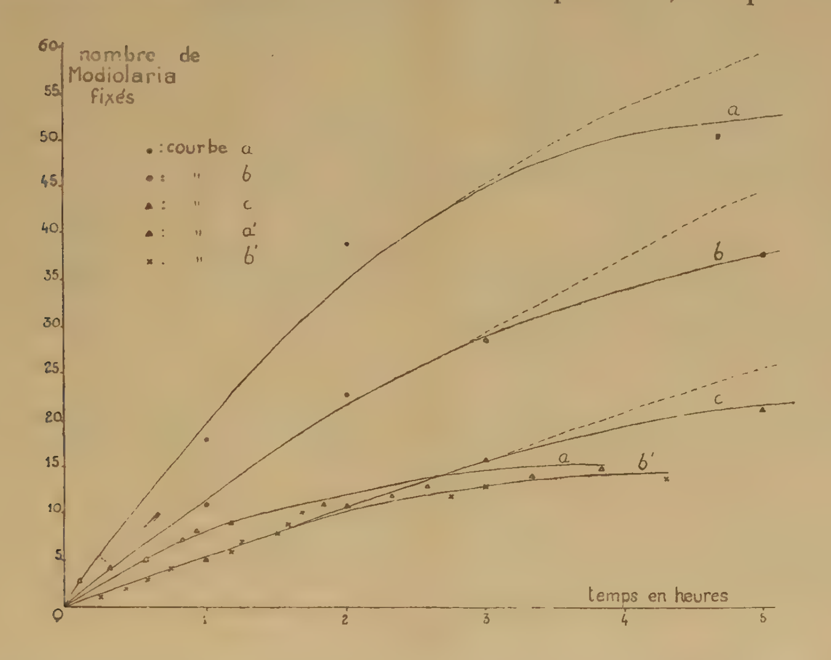
$$(2) \qquad \frac{n_t}{N} = 1 - e^{-K\frac{P}{S-s}t}.$$

Le coefficient K dépend des unités choisies et de la vitesse moyenne des *Modiolaria*. Nous admettrons cette dernière à peu près constante et choisirons l'unité de temps de façon à avoir $K = 1$. Pour cela nous utilisons les résultats *a'* et *b'*. Dans leur cas, nous connaissons $N = 100$, S surface de chacun des cristallisoirs, P et s périmètre et surface des blocs de paraffine. Ici, $P = 29$ cm et $s = 33{,}2$ cm². Si nous faisons K et t égaux à 1, nous en déduisons n_t. Le temps nécessaire à la fixation de ces n_t *Modiolaria* est l'unité de temps cherchée. D'après *a'* et *b'*, cette unité est de 40 mn.

J'utilise cette unité de temps dans la première expérience, où je connais N et S. La valeur de s et de P est ici modifiée par la présence du tropisme. Ce sont les valeurs de la surface et du périmètre du cercle de rayon R entourant les *Ciona* à l'intérieur duquel le tropisme est sensible. A l'aide des courbes *a*, *b*, *c*, je peux calculer R qui en moyenne égale 2,3 cm. Ce qui permet de donner, en tenant compte de la surface qu'occupe la base des *Ciona* elles-mêmes, une appréciation quantitative de la distance moyenne à laquelle le tropisme est effectif. Dans le cas de l'expérience, cette distance est de 1,7 cm.

Si dans *a*, *b*, *c*, connaissant maintenant N, S, P, s, nous calculons les valeurs théoriques de n_t quand t croît, nous constatons (*voir* graphique) au bout

d'environ 3 h un divorce entre les courbes expérimentales et les courbes théoriques. A ce moment, en effet, la loi mathématique ne s'applique plus parce que : 1° les *Modiolaria* les plus actifs se fixent les premiers, ce qui diminue la



vitesse moyenne de déplacement de l'ensemble de la population ; 2° les individus les plus proches des *Ciona* au début de l'expérience ont plus de chances de se fixer rapidement sur elles que les autres, créant ainsi une certaine hétérogénéité dans leur répartition.

Les raisonnements précédents sont applicables à de nombreux cas analogues de tropismes d'animaux quelconques pour des supports immobiles, ainsi que j'ai pu le vérifier expérimentalement, notamment sur des Crustacés xylophiles, dont j'envisagerai le cas dans une prochaine publication.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Analogues structuraux de la chloromycétine. Sur deux modifications de la β_2-thiénylalanine : la β_2-thiénylsérine et la N-dichloracétylthiénylalanine.* Note de M. **Darius Molho** et Mme **Lucie Molho-Lacroix**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Deux modifications apportées simultanément à la structure de la phénylalanine, à savoir : transformation du noyau phényl en noyau thiényl et introduction d'un hydroxyle en β ou bien transformation du noyau phényl en noyau thiényl et introduction d'un groupement dichloracétyle aboutissent à des corps inactifs, alors que la seule transformation du noyau phényl en noyau thiényl donnait naissance à un très puissant inhibiteur.

La chloromycétine est considérée comme dérivant de la phénylalanine par

quatre modifications (¹) : CH_2OHNO_2; $COCHCl_2$; CHOH (thréo). Les trois premières de celles-ci, introduites isolément dans des métabolites n'ont pas donné naissance à des antimétabolites : c'est le cas de l'histidinol de Vogel (²), de la *p*-nitrophénylalanine (³) et de la dichloracétylphénylalanine. Seule la quatrième modification fait naître un inhibiteur, la phénylsérine (⁴).

Nous avons introduit dans la thiénylalanine, analogue de la phénylalanine, les deux transformations CHOH (thiénylsérine) et $COCHCl_2$ (N-dichloracétyl-β_2-thiénylalanine), ce qui a supprimé l'activité antibiotique.

Préparations et méthodes. — β.2-dl.-thiénylsérine (⁵) ou ac. α-amino-β hydroxy-β.2 (thiényl) propionique, $C_7H_9O_3NS$, synthèse effectuée suivant la technique qu'Erlenmeyer et Frustuck (⁶) ont utilisée pour la β-phénylsérine et qui aboutit à la forme thréo (⁷) (cristaux fondant et se décomposant à 203°), N calc. 7,48 %, N tr. 7,4 %.

N-dichloracétyl-β.2 dl. thiénylalanine, $C_9H_9O_3NSCl_2$, technique identique à celle utilisée par Leuchs et Suzuki (⁸) pour la chloracétyl-phénylalanine, F 133° après recristallisation dans l'eau. C calc. 38,29 %, C tr. 38,21 %, H calc. 3,19 %, H tr. 3,02 %. Les techniques expérimentales sur la croissance de *Escherichia Coli* (Monod) ont été décrites en (⁹).

Résultats :

TABLEAU I.

Croissance de E. Coli *en présence de phénylalanine, de thiénylsérine et du mélange des deux* (mesurée en degrés photométriques).

Age de la culture.	Témoin.	Substances ajoutées. Phénylalanine 4.10^{-5} (1).	Thiénylsérine 4.10^{-5} (2).	Thiénylsérine 10^{-3} (3).	(1+2).
4,30 h	30	35	17	20	48
6	54	60	26	31	82
7,30	127	150	75	80	175
8,30	214	270	123	136	288
10	354	400	234	242	432
11,30	445	440	433	414	–

(¹) D. W. WOOLEY, *J. B. C.*, 185, 1950, p. 293.

(²) VOGEL, DAVIS et MINGIOLI, *J. Am. Soc.*, 73, 1951, p. 1897.

(³) D. MOLHO et L. MOLHO-LACROIX, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1067.

(⁴) E. BEERTECHER JR. et W. SHIVE, *J. Biol. Chem.*, 164, 1946, p. 53.

(⁵) Notre travail était terminé quand nous avons appris que Weitnauer (*Gaz.*, 81, 1951, p. 162) venait d'effectuer la synthèse de la β_2-thiénylsérine.

(⁶) *Ann.*, 284, 1895, p. 41-45.

(⁷) D. BILLET, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1074.

(⁸) *B.*, 37, 1904, p. 3313.

(⁹) D. MOLHO et L. MOLHO-LACROIX, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 32, 1950, p. 680.

TABLEAU II.

Croissance de E. Coli *en présence de N-dichloracétylthiénylalanine* (mesurée en degrés photométriques) (*).

Age de la culture.	Témoin.	Substances ajoutées. Thiényl-alanine 4.10^{-6} (1).	N-dichloracétyle Thiénylalanine 2.10^{-5} (2).	(1 + 2).
6 h	24	0	16	0
7,30	102	0	77	0
10,30	232	0	221	0
13	286	0	301	0
18	–	0	–	2
23,30	–	60	–	67
35	–	253	–	260

(*) Les cultures sont effectuées ici en tubes à essais et non en cuves Raoul.

TABLEAU III.

Croissance de E. Coli *en présence de thiénylsérine et de chloromycétine, dl.sérine, dl.phénylsérine, dl.thiénylalanine, dl.cystérine* (mesurée en degrés photométriques).

Age de la culture.	Témoin.	Substances ajoutées. Chloro-mycétine 2.10^{-6} (1).	Sérine 4.10^{-5} (2).	Phényl-sérine 4.10^{-4} (3).	Thiényl-alanine 4.10^{-5} (4).	Cystéine 4.10^{-6} (5).	Thiénylsérine 4.10^{-5} + (1).	+ (2).	+ (3).	+ (4).	+ (5).
4 h 30	30	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
6	54	0	5	0	0	–	0	12	0	0	–
7 30	127	7	30	10	0	50	7	34	0	0	70
8 30	214	12	55	18	0	94	12	56	3	0	125
10	354	22	93	26	0	178	20	95	7	0	229
11 30	445	33	160	70	0	285	30	161	12	0	340
13	–	42	310	146	0	387	43	294	25	4	–
15	–	54	400	257	0	–	56	395	51	10	–
17	–	78	–	371	8	–	70	–	109	18	–
20	–	116	–	–	34	–	95	–	246	63	–
23	–	152	–	–	165	–	132	–	352	388	–
34	–	139	–	–	341	–	130	–	–	410	–

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation d'inhibiteurs et d'activeurs de la fermentation alcoolique par diverses moisissures.* Note de MM. **Jean Ribéreau-Gayon**, **Émile Peynaud** et M[lle] **Suzanne Lafourcade**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le fait que les moûts provenant de raisins pourris fermentent souvent avec difficulté, est connu (Müller-Thurgau, 1888); on peut l'observer dans

la vinification des raisins atteints de « pourriture noble ». Dès l'origine, la production de substances inhibitrices de la fermentation a été invoquée pour expliquer ces faits; mais l'épuisement du raisin en azote et en facteurs de croissance par les moisissures, peut également intervenir dans le ralentissement de la fermentation. Michel (1) a constaté que des moûts de raisin ayant servi de milieux de culture pour *Aspergillus niger* et *Penicillium glaucum*, retrouvaient en grande partie leur fermentescibilité lorsqu'ils étaient traités par le charbon activé.

D'autre part, la présence dans le mycélium d'*Aspergillus niger* d'activeurs de la fermentation alcoolique, appartenant au groupe du bios, a été indiquée par Euler et Nielsen (1939) et a reçu une application industrielle.

1° Nous avons cultivé sur moût de raisin et sur moût de bière les moisissures suivantes : *P. urticæ Bain.*, *P. notatum Westling*, *P. chrysogenum Thom*, *As. niger v. Tieghem*, *As. orizæ (Ahlb) Cohn* et 7 souches de *Botrytis : B. cinerea Pers.*, *albino sclerotia*, *lini v. Beyma* (2), une souche isolée de raisins pourris de Sauternes, une souche provenant de raisins blancs italiens, une souche isolée de pomme, enfin une dernière du fruit du *Diospyros kaki*.

2° Après quelques jours de culture, les moûts sont séparés des mycéliums et reçoivent 4 volumes d'alcool. Les précipités sont recueillis, lavés, dissous dans l'eau et introduits dans un moût de raisin type, qui est ensemencé d'une levure pure de vin (*S. cerevisiæ, var. ellipsoïdeus*, race Saint-Émilion). On suit la vitesse de la fermentation par dosage des sucres et la multiplication des levures par numération.

Les floculats provenant des moûts de culture des *Pénicilliums* retardent légèrement le départ et le cours de la fermentation et diminuent le nombre des levures de 25 %. Avec les cultures d'*Aspergillus* étudiées, on n'enregistre aucun effet inhibiteur dans les mêmes conditions. Avec les cultures de *Botrytis*, exception faite pour la variété *v. Beyma*, le retard est considérable : le départ de la fermentation a pu être retardé de plusieurs jours jusqu'à une semaine; il arrive que la fermentation soit achevée dans le moût témoin avant qu'elle se déclenche dans le moût additionné de floculat. La population des levures est diminuée de moitié.

Les *Pénicilliums* et surtout les *Botrytis* produisent donc des substances précipitables par l'alcool qui sont inhibitrices de la fermentation. Il est ainsi démontré que le *Botrytis* agit, non pas seulement en enlevant au moût des substances de croissance, mais en produisant une ou plusieurs substances qui sont des antibiotiques vis-à-vis de la levure.

---

(1) *Bull. Intern. du Vin*, 1946, n° 185, p. 126.

(2) Ces souches nous ont été fournies par le Centraalbureau voor Schimmelcultures (Baarn).

3° Les mycéliums sont broyés, lavés à plusieurs reprises à l'eau tiède et essorés. L'extrait aqueux est traité à l'alcool et l'on recherche comme précédemment l'action du précipité obtenu sur la fermentation et la croissance des levures.

Ici aucun effet inhibiteur n'a été constaté avec les *Pénicilliums* et les *Aspergillus*; on observe même plutôt une légère accélération du phénomène. Seul le mycélium de *Botrytis* possède une substance facilement extraite par l'eau et précipitable par l'alcool, qui retarde fortement la fermentation du jus de raisin et la croissance des levures.

Les différents mycéliums, après les lavages précédents, sont placés dans le même moût type dont on suit la fermentation de la même façon. Dans ces conditions, tous accélèrent fortement le travail des levures. L'augmentation de la multiplication, faible pour les *Aspergillus*, est maximum pour le *Botrytis* (jusqu'à 50 %). Les observations d'Euler peuvent être étendues au *Botrytis*.

Le *Botrytis* sécrète donc, à un haut degré, d'une part des substances antibiotiques pour la levure, qui diffusent en grande partie dans le moût et se retrouvent encore dans le mycélium; d'autre part, des substances accélérant la fermentation et favorisant la croissance, qui restent dans le mycélium lavé.

Le *Botrytis*, une des rares moisissures dont les filaments peuvent pénétrer à l'intérieur de la baie de raisin, étant le facteur de la pourriture banale des raisins et, dans certaines régions de la « pourriture noble », on conçoit l'importance que revêtent ces observations pour expliquer les irrégularités de fermentation des raisins plus ou moins pourris.

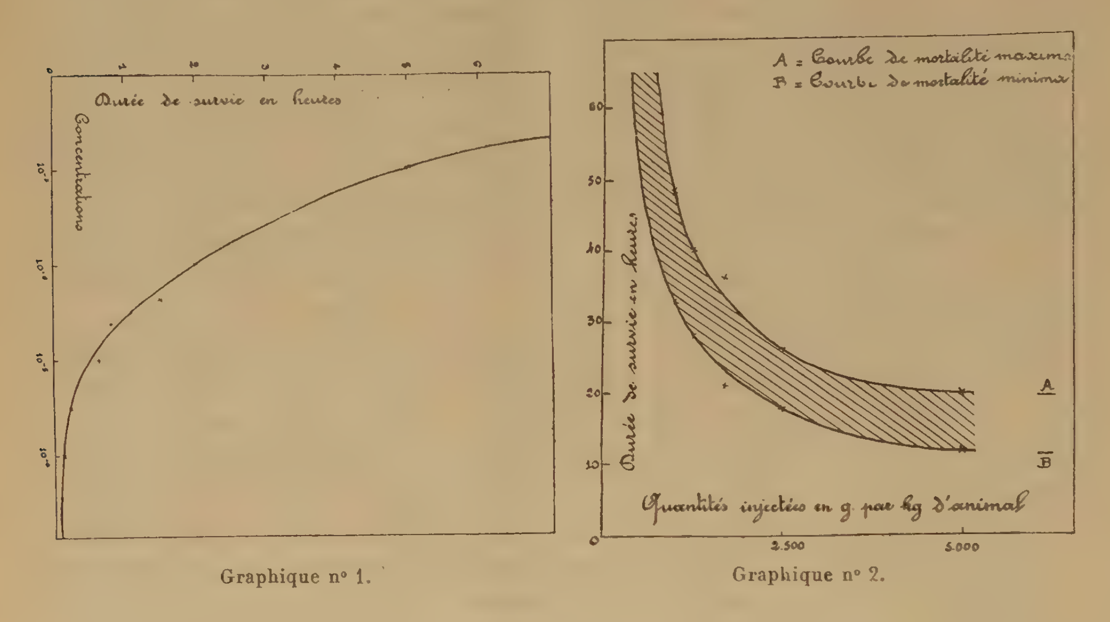
PHARMACODYNAMIE. — *Sur la toxicité du* S *gaïazulène*. Note de MM. **Fernand Caujolle** et **Édouard Stanislas**, transmise par M. Léon Binet.

Les effets toxiques du S gaïazulène ont été étudiés sur la Perche arc-en-ciel (*Pomotis gibbosus* L.), sur la Souris blanche et sur le Chien.

1. *Toxicité vis-à-vis de* Pomotis gibbosus. — Le S gaïazulène en émulsions titrées de 10^{-7} à 10^{-4}, dans des solutions aqueuses de Tween 20 (monolaurate de polyoxyéthylène sorbitan) ou de Tween 80 (monooléate de polyoxyéthylène sorbitan) de concentrations comprises entre 5.10^{-9} et 5.10^{-6}, détermine, à la température de 22° ($\pm$ 2°), des accidents précoces de type anoxémique et des troubles un peu plus tardifs de l'équilibration; les temps de survie atteints en milieu titrant plus de 4.10^{-6} en S gaïazulène sont indiqués par le graphique n° 1.

2. *Toxicité vis-à-vis de la Souris blanche*. — Le S gaïazulène a été administré en solution huileuse à 50 %. L'injection intraveineuse est suivie de mort,

probablement par embolie, dès le passage des premières fractions du carbure dans la circulation. L'administration de doses toxiques, par voie intrapéritonéale, détermine de l'asthénie, de la somnolence et, parfois des troubles de l'équilibration; l'animal succombe en des temps compris entre 50 h et 10 h pour les doses s'étageant de 5 à 1 g : kg. Le graphique n° 2 indique les temps de survie en fonction des quantités injectées.



Graphique n° 1. Graphique n° 2.

3. *Toxicité vis-à-vis du Chien.* — Le S gaïazulène, administré à l'état pur, à doses faibles (0,05 ou 0,10 g : kg) ou à doses léthales, détermine sur le chien chloralosé (0,10 g : kg) une hypotension résultant d'une action vagotonique, précoce mais brève, d'un effet cardiaque plus durable, d'une chute du tonus sympathique et d'une atteinte des centres vasomoteurs. La rate est paralysée sans modification notable de son volume. Au cours de l'intoxication subaiguë, le réflexe oculocardiaque est généralement déjà atténué, parfois inversé, et la réponse à l'occlusion simultanée des carotides est toujours diminuée.

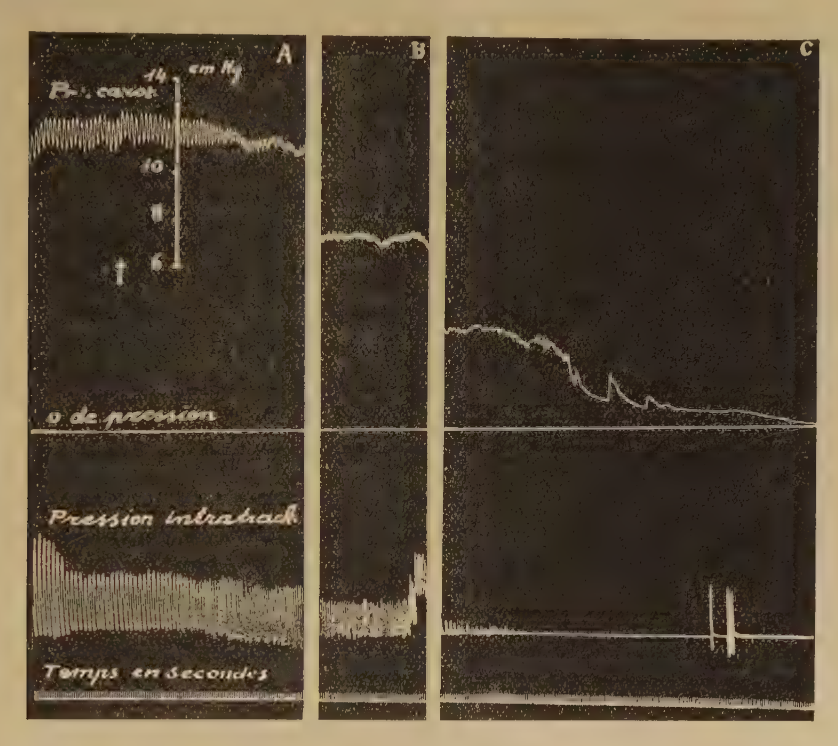
La respiration, longuement stimulée par les doses administrées sur un rythme lent, est bloquée passagèrement par les doses injectées brutalement. Dans l'intoxication mortelle, l'apnée terminale précède toujours l'arrêt du cœur (graphique n° 3).

Le péristaltisme intestinal est stimulé par les doses faibles.

La dose mortelle en ± 60 mn, déterminée par perfusion lente continue, selon la méthode de Tiffeneau, se situe aux environs de 0,70 g:kg d'animal (moyenne obtenue sur 5 animaux).

Le S gaïazulène ne se retrouve qu'à l'état de traces dans le cœur, le foie, la

rate et les reins. Après administration par voie intraveineuse, il s'accumule dans le poumon qui paraît être son principal émonctoire et est retenu par le tissu adipeux.



Graphique n° 3.

En : début de perfusion lente de S gaïazulène pur; en A : diminution de la différentielle, ralentissement cardiaque, légère hypotension, polypnée; entre A et B 40 mn; en B : hypotension, polypnée; entre B et C : 1 h 45 mn; en allant vers C : extinction progressive des contractions, apnée, mort de l'animal.

Les doses toxiques déterminent des lésions pulmonaires (alvéolite œdémateuse) et rénales (néphrite tubuleuse).

La glycémie, l'azotémie et la cholestérolémie ne sont pas notablement modifiées au cours de l'intoxication.

MICROBIOLOGIE. — *Sur les caractères des microcoques de la flore normale de la mamelle de la Vache.* Note (*) de MM. **Jean Jacquet**, **Rémy Richou**, Mme **Lottie Steeg**, MM. **Pierre Julienne** et **Claude Gerbeaux**, présentée par M. Gaston Ramon.

Depuis Gorini [1], on sait que les mamelles stériles sont l'exception.

(*) Séance du 2 janvier 1952.

[1] *Rev. Gén. Lait*, **1**, 1902, p. 169 et *Rénd. R. Acc. Lincei*, **11**, 1902, p. 159.

Leur flore naturelle est constituée par des microcoques, dits mammocoques et lactocoques, qui prennent, en culture, un aspect en grappes de raisin. Ils ont été étudiés successivement par Freudenreich, Dorner, Jones, qui leur ont donné des étiquettes diverses reproduites dans l'ouvrage de classification de Bergey (²). Les auteurs français les confondent dans le groupe dit des staphylocoques non pathogènes, tellement la ressemblance morphologique de ces espèces est grande.

L'étude de 48 souches de microcoques mammaires, isolés dans le Calvados, nous a montré des caractères intéressants, mais dont certains sont instables. Seules, 36 souches ont pu être assimilées à des espèces complètement décrites antérieurement : 14 fois à *Micrococus conglomeratus*, 8 fois à *M. varians*, 4 à *M. aurantiacus*, 4 à *M. flavus*, 2 à *M. caseolyticus*, 2 à *M. Freudenreichii* et 2 à *M. epididermidis*. Il nous a donc surtout paru utile d'étudier les caractères biochimiques de cette microflore, déjà partiellement décrits par l'un de nous (³), d'une part pour mieux l'identifier parmi les micrococcacés, d'autre part, pour comprendre son action sur le lait.

Malgré une morphologie absolument identique, nos microcoques se différencient des staphylocoques ou microcoques pyogènes des auteurs américains, parce qu'ils ne sécrètent pas de coagulase et ne sont pas hémolytiques. Les cultures sont presque uniquement du type S; nous n'avons observé qu'une fois le type R.

Ces microcoques peuvent employer, comme source unique d'azote, l'asparagine et la peptone. Dans 79 % des cas, ils se contentent d'un sel ammoniacal ou d'une source d'azote sous forme nitreuse. Ils utilisent soit l'azote nitrique (66 % des cas), soit l'urée (33 % des cas).

Ils donnent toujours des acides en bouillon ou sur milieu de Hiss à partir du glucose, du lévulose et du saccharose, presque toujours à partir du mannose et du maltose, irrégulièrement à partir de l'amidon soluble, du galactose, du lactose, rarement à partir de l'arabinose et du raffinose. Ils n'en forment pas à partir du glycérol, de la dextrine, de la dulcite, du mannitol, du rhamnose.

Ils ne libèrent pas d'hydrogène sulfuré à partir des acides aminés soufrés, ni d'indole à partir du tryptophane. La liquéfaction de la gélatine est très longue à 18° C : elle a demandé un mois avec deux souches et deux mois avec 24 variétés. Les autres souches n'ont pas montré d'action protéolytique sur ce milieu. L'hydrolyse du caséinate de chaux en plaques

(²) R. Breed, E. Murrey et A. Parker Hitchens, *Bergey's Manual of Determinative Bactériology*, 1 vol., Williams et Wilkings, Baltimore, 6ᵉ édit., 1948.

(³) J. Jacquet, *Ann. Nutr. et Alim.*, 5, 1951, p. 350 et *La Production du Lait*, 1 vol., C. N. R. S., Paris, 1951, p. 284.

gélosées, lorsqu'elle se produit, est beaucoup plus accentuée dans 62,5 % des cas que celle de la gélatine. La caséolyse se produit dans 16,6 % des cas au bout de 24 h, dans 32,2 % des cas en 48 h, dans 12,5 % des cas au bout de 4 jours. Dans les 2/3 des cas, les souches étudiées possédaient une uréase, en milieu de Ferguson, et réduisaient rapidement et fortement les nitrates en nitrites. L'action sur le lait tournesolé aboutit, dans 50 % des cas, à une peptonisation rapide, sans que l'on puisse différencier les stades antérieurs. Dans 12,5 % des cas, il y eut d'abord une acidification (en 48 h), puis une réduction du colorant et une coagulation du lait (en 8 à 10 jours). Dans 16,6 % des cas seulement, il n'y eut aucune modification sensible.

L'air est nécessaire à ces microcoques qui ne poussent pas en anaérobiose. La température optima de culture est de 24 à 37°. Aucune multiplication ne peut être constatée à 2-3°. A 10°, elle est seulement ralentie. La résistance à la chaleur est grande : un chauffage à 60° ne détruit ces germes qu'après 1 h, à 70° après 30 mn et à 80° au bout de 15 mn seulement.

Le pH optimum de culture se situe entre 7,5 et 8. La concentration la plus favorable en chlorure de sodium est de 0,5 à 10 %, bien que sa présence n'y soit pas alors absolument nécessaire. Celle-ci n'a, en outre, d'effet inhibiteur qu'à partir de 20 %. Les pH alcalins, au delà de 8,9 empêchent toute multiplication. Avec les pH acides, celle-ci n'est possible qu'après addition d'une forte concentration de sel, au delà de 10 %.

L'existence de microcoques dans la mamelle normale a un certain nombre de conséquences, notamment en raison de leur pouvoir de caséolyse; elle laisse penser qu'une conservation prolongée du lait et des produits qui en dérivent n'est pas possible sans la destruction de ces germes. De plus, l'expérience montre que, contrairement à ce que l'on prétend, ils n'ont pas toujours la bénignité qu'on leur attribue : tout en conservant des caractères bien distincts de ceux des microcoques pyogènes, ils provoquent parfois des processus inflammatoires indiscutables. Ils peuvent, enfin, perdre, par mutation, dans la nature et au laboratoire, sans passage sur les animaux, certains de leurs attributs spécifiques et en acquérir d'autres qui les rapprochent alors singulièrement des staphylocoques vrais.

MICROBIOLOGIE. — *Essai de formolisation de la semence vaccinale avant l'inoculation à la Génisse.* Note (*) de MM. **Paul Nélis, Alphonse Lafontaine, Fernand Schoenaers, Hubert Massa** et Mlle **Suzanne Cleempoel**, présentée par M. Gaston Ramon.

Dans une Note précédente [1] nous avons montré que sur dix souches

(*) Séance du 2 janvier 1952.

[1] *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 160.

vaccinales provenant d'une même semence, toutes possèdent un pouvoir encéphalitogène latent que nous avons pu mettre en évidence.

Des essais antérieurs ([2]) nous avaient montré que si le testicule du Lapin peut jouer le rôle de sélecteur vis-à-vis du mutant M comme l'ont montré Levaditi et Nicolau, des souches exaltées peuvent, sous l'influence du formol à faible concentration et de la température, se retransformer en dermovaccin; en somme, nous opérons par l'action du formol une sélection en sens inverse de celle obtenue par passage testiculaire, M étant plus sensible à l'action du formol que le mutant E. Cette régression paraît stable puisque la souche N.L. obtenue par exaltation de la souche 3495 atténuée par le formol, ne récupère pas ses caractères neurotropes et dermonécrotiques après trois passages sur testicule de Lapin.

En vue de nous soustraire à l'obligation de formoler chaque lot de vaccin et pour éviter la fragilité de la pulpe ainsi préparée ([3]), nous nous sommes demandé si la formolisation de la semence avant l'inoculation sur Génisse n'est pas capable à elle seule de fournir une souche dépourvue de caractères encéphalithogènes.

Les essais antérieurs nous ayant montré que l'apparition du caractère dominant du mutant M s'opère après 5 à 7 passages sur testicules de Lapin, nous avons délibérément choisi la souche 3516 dont l'exaltation, comme nous l'avons montré, est obtenue dès le deuxième passage testiculaire.

Cette souche 3516 est donc traitée par le formol à 0,1 °/₀₀ pendant 48 h à + 20° puis inoculée à trois Génisses : les récoltes reçoivent les numéros d'ordre respectifs 3551, 5101, 5102 (F 1).

La souche 3551 est à nouveau traitée par le formol dans les mêmes conditions puis réinoculée à deux Génisses. Ces nouvelles récoltes reçoivent les numéros d'ordre respectifs 5111 et 5112 (F 2)([4]).

Les cinq souches sont passées sur testicule de Lapin albinos à la concentration de 1 cm³ à 1/50 : les testicules sont prélevés le 7ᵉ jour et le passage en série de testicule en testicule est poursuivi sans interruption avec des concentrations identiques, c'est-à-dire 1 cm³ à 1/50 et cela jusqu'au 15ᵉ passage. Des inoculations à la peau dorsale du Lapin sont réalisées tous les quatre passages. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

Nous avons constaté que :

1° Pour les souches ayant subi une seule formolisation, l'apparition d'un pouvoir léthal a été nettement retardé, puisqu'il apparaît respectivement au 10ᵉ, 11ᵉ et 14ᵉ passage;

([2]) P. Nélis et A. Lafontaine, *C. R. Soc. Biol.*, **142**, 1948, p. 1959; **143**, 1948, p. 588; **144**, 1950, p. 315; *Revue d'Immunologie*, **12**, 1948, p. 289.

([3]) P. Nélis et A. Lafontaine, *C. R. Soc. Biol.*, **144**, 1950, p. 597.

([4]) Il est à noter que les récoltes sont aussi abondantes qu'avec des souches normales.

2° que pour les souches formolées deux fois, l'apparition du caractère léthal apparaît seulement aux 13e et 14e passages;

3° que la récupération du caractère léthal s'accompagne pour quatre de ces souches de la récupération du caractère hémorragique et dermonécrotique, mais ce caractère apparaît soit en même temps, soit plus tard que le caractère léthal, contrairement à ce que nous avons observé pour les souches non traitées.

Nos des souches....	3551.	5101.	5102.	5111.	5112.
	F_1.	F_1.	F_1.	F_2.	F_2.
1er passage	O	O	O	O	O
2e »	O	O	O	O	O
3e »	O	O	O	O	O
4e »	O	O	O	O	O
5e »	O	O	O	O	O
6e »	O	O	O	O	O
7e »	O	O	O	O	O
8e »	O	O	O	O	O
9e »	O	O	O	O	O
10e »	+ 7 j HDC	O	O	O	O
11e »	+ 6 j	O	+ 6 j	O	O
12e »	–	O	+ 6 j HDC	+ 10 j	O
13e »	–	O	+ 8 j	+ 5 j	+ 5 j
14e »	–	+ 6 j HDC	+ 7 j	+ 6 j HDC	+ 6 j
15e »	–	+ 6 j	–	–	–

O indique la survie illimitée de l'animal.

+ indique la mort de l'animal après X jours.

HDC indique l'apparition du caractère hémorragique et dermonécrotique de la pustule.

Conclusions. — La formolisation des semences de vaccin jennerien entraîne une diminution considérable du rapport entre les mutants M et E, sans cependant faire disparaître complètement le mutant M.

Ces essais confirment l'action sélective du formol sur les éléments M et réfutent d'une manière péremptoire l'objection suivant laquelle le rôle du formol se bornerait à supprimer un certain nombre d'éléments corpusculaires. Par contre, la persistance d'un certain nombre de mutants M ne nous permet pas d'envisager la formolisation des semences avant passage sur Génisse comme moyen pratique d'atténuer l'aggressivité de la vaccine, d'autant plus que dans la Note précédente, nous avons montré l'action sélective en sens inverse que peut jouer la peau de la Génisse (exemple, souche 3516).

IMMUNOLOGIE. — *L'immunisation des surfaces métalliques contre l'action des agents agressifs.* Note (*) de M. **Jean Loiseleur**, présentée par M. Jacques Trefouël.

La formation d'une couche mono-moléculaire de pourpre de Cassius sur une plaque polie d'argent ou de cuivre lui confère une résistance remarquable contre l'oxydation et la sulfuration. Cette protection, réalisée par une quantité infime de réactif, peut être assimilée à une immunisation.

Le rapprochement entre les phénomènes de l'immunité et certaines réactions de la Chimie minérale semble justifié par la similitude des effets obtenus par rapport à la quantité extrêmement faible de réactifs mise en œuvre. Un exemple très démonstratif est fourni par « l'immunisation » des surfaces métalliques contre l'action des agents agressifs (principalement l'oxygène et l'acide sulfhydrique).

1. Une plaque d'argent polie, chauffée au contact de l'air vers 250-350° de façon à accélérer son attaque par l'oxygène, perd en quelques minutes son éclat métallique en se recouvrant d'un voile de plus en plus opaque d'oxyde. Cette oxydation progressive conduit à admettre que la couche superficielle d'oxyde oriente son oxygène vers la surface métallique, tandis que l'ion Ag reste au contact de l'air [schéma (I)]. Cette disposition permet à l'oxyde d'amorcer une réaction en chaîne dans laquelle la couche extérieure d'ions Ag se recharge en oxygène, ce qui favorise le cheminement de ce dernier vers des couches de plus en plus profondes de métal : autrement dit, la couche d'oxyde

O_2 Ag O Ag Ag
(I)

H H H AlO_3 Al
(II)

Sn O_2 2 Ag Ag
(III)

n'exerce aucun effet protecteur. C'est le cas de Na, K, Ca, Fe, ..., métaux dont les oxydes ne sont pas salifiables.

2. Au contraire, une plaque d'aluminium, chauffée dans les mêmes conditions, résiste à l'oxydation. L'oxyde d'aluminim est salifiable, c'est-à-dire que sa dissociation n'intéresse plus l'oxygène : le groupe AlO_3^{---}, de charge négative, adhère sur la surface métallique, sans devenir un transporteur d'oxygène (schéma II). D'une façon plus générale, les métaux qui résistent à l'oxydation (Zn, Ni, Cr, Al, ...) possèdent des oxydes salifiables.

(*) Séance du 2 janvier 1952.

Il en résulte que la protection contre l'oxydation est obtenue spontanément quand il existe sur le métal un oxyde complexe dont la dissociation superficielle ne porte pas sur son oxygène constitutif.

3. Cette notion permet de protéger efficacement la surface d'un métal altérable, l'argent ou le cuivre par exemple, puisqu'il suffit d'y former une combinaison superficielle complexe, de dissociation négative, entraînant son adhérence à la surface métallique et son isolement des agents agressifs. Pour l'argent, on y parvient très facilement en l'immergeant, pendant quelques secondes, dans une solution diluée de sulfate stanneux. Au contact de ce réactif, l'oxyde d'argent ([1]), dont une couche (de formation quasi instantanée) revêt toujours la surface métallique, se transforme en une combinaison stanno-argentique connue sous le nom de pourpre de Cassius $\boxed{SnO_2|2Ag}$ — [(schéma III)].

La présence de cette combinaison entraîne les conséquences suivantes : 1° par suite de sa charge négative, elle adhère étroitement à la surface métallique, après avoir utilisé, pour sa formation, la totalité de l'oxyde superficiel qui ne peut se reformer; 2° ce pourpre de Cassius, insoluble (sauf dans l'ammoniaque), protège efficacement la surface argentique; 3° cette couche étant du type mono-moléculaire (s'il s'agit d'une surface immédiatement polie avant le traitement par le réactif stanneux), reste invisible et ne modifie pas le pouvoir réflecteur. On constate ainsi que ce traitement stanneux entraîne, pour la plaque d'argent, sa résistance à la fois à l'oxydation par le chauffage et à la sulfuration, quand la plaque est placée dans une cloche saturée de vapeurs de H_2S. Une expérience très démonstrative consiste à immerger la moitié seulement d'une plaque d'argent dans une solution à 1 pour 10 000 de SO_4Sn. Par chauffage vers 250-350°, on constate que la partie traitée reste inaltérée et conserve son pouvoir réflecteur, tandis que la partie témoin devient rapidement opaque; après séjour prolongé dans la cloche à H_2S, la partie traitée reste inaltérée, tandis que le témoin noircit presque immédiatement. Le simple traitement stanneux a donc « immunisé » la plaque d'argent contre l'oxydation et la sulfuration.

Il est facile de conférer au cuivre la même immunité. Comme ce métal ne forme pas de complexe avec l'étain, il suffit d'ajouter au sulfate stanneux une trace de nitrate d'argent, le dépôt superficiel de l'argent ramenant le cuivre au cas précédent de la plaque d'argent. Une plaque de cuivre ainsi traitée reste inaltérée dans la cloche à H_2S alors que la partie témoin, non traitée, a été déjà attaquée et recouverte de sulfure noir, après quelques secondes.

([1]) Cette intervention essentielle de la couche superficielle d'oxyde est confirmée par le fait que l'action protectrice disparaît si l'on ajoute au réactif stanneux un réducteur puissant tel que l'hydrazine.

Il en résulte que le traitement a « immunisé » les surfaces métalliques contre l'oxydation et la sulfuration, le terme d' « immunisation » étant d'autant plus justifié que l'effet protecteur est obtenu avec un poids de réactif voisin de 10^{-7} g : cm^2.

A 15 h 35 mn l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 h 5 mn.

L. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de décembre 1951.

Chimie minérale, théorique et expérimentale (*Chimie électronique*), par Fernand Gallais. Préface de Paul Pascal. Paris, Masson et Cie, 1950; 1 vol. 24,5 cm (présenté par M. P. Pascal).

Exploration fonctionnelle du muscle strié humain normal et pathologique, par Paul Delmas-Marsalet. Préface de Léon Binet. Paris, J.-B. Baillère et fils, 1952; 1 vol. 24 cm (présenté par M. L. Binet).

Les premiers congrès de physique Solvay et l'orientation de la physique depuis 1911, par Maurice de Broglie, in *Cahiers de la collection Sciences d'aujourd'hui*. Paris, Albin Michel, 1951; 1 vol. 18,5 cm.

Tables de constantes et données numériques. Organisme affilié de l'Union internationale de chimie pure et appliquée. 3. *Constantes sélectionnées. Pouvoir rotatoire magnétique* (*Effet Faraday*), par René de Mallemann. *Effet magnéto-optique de Kerr*, par F. Suhner. Paris, Hermann et Cie, 1951; 1 fasc. 27 cm (présenté par M. L. de Broglie).

Id. 4. — *Constantes sélectionnées. Données spectroscopiques concernant les molécules diatomiques*, établi par R.-F. Barrow, A.-D. Caunt, A.-R. Downie, R. Herman, E. Huldt, A. McKellar, E. Miéscher, B. Rosen et K. Wieland. Rédaction générale : B. Rosen. Paris, Hermann et Cie, 1951; 1 vol. 27 cm (présenté par M. L. de Broglie).

One hundred and fifth annual Report of the Director of the astronomical Observatory of Harvard College for the year ending september 30, 1950, by Harlow Shapley. Cambridge, Mass., University, 1951; 1 fasc. 20,5 cm.

Reprinted from the *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. XXXVII, n° 1, 1951 : *Proxima centauri as a flare star*, by HARLOW SHAPLEY. Vol. XXXVII, n° 3, 1951 : *Magellanic clouds. I. Transparency. II. Supergiant red variable stars in the small cloud*, by HARLOW SHAPLEY, VIRGINIA MCKIBBEN NAIL. Vol. XXXVII, n° 4, 1951 ; *Galactic and extragalactic studies*, XXI. *Distribution of* 95000 *galaxies in the north galactic cap*, by HARLOW SHAPLEY ; 3 fasc. 25,5 cm.

NGC 1866 *and the magellanic cloud variables*, by HARLOW SHAPLEY, VIRGINIA MCKIBBEN NAIL, from the *Astronomical Journal*, 55, n° 8, 1951 ; 1 feuillet 26,5 cm.

Advanced Theory of Waveguides, by L. LEWIN. London, published by Wireles Engineer, by Iliffe and Sons, 1951 ; 1 vol. 22 cm.

Brief summary of the geodetic work of the geographical survey institute for the period 1947-1950, by KATSUHIKO MUTO. Tokyo, 1951 ; 1 fasc. 30 cm.

Almanach des sciences 1952, publié sous la direction de RENÉ SUDRE. Paris, Éditions de Flore, et la Gazette des lettres, 1952 ; 1 vol. 19,5 cm.

Annuaire pour l'an 1952 publié par le BUREAU DES LONGITUDES, avec un supplément pour l'an 1953. Paris, Gauthier-Villars, 1951 ; 1 vol. 19 cm.

Pratique du Laboratoire. Techniques générales. Diagnostics biologiques. Hématologie. Sérologie. Parasitologie et entomologie médicales. Technique anatomo-pathologique, par CH. JAULMES, A. JUDE et J. QUÉRANGAL DES ESSARTS. Paris, Masson, 1951 ; 1 vol. 24,5 cm.

Collection de travaux de l'Académie internationale d'histoire des sciences (publiée avec le concours de l'Unesco) N° 6. *Actes du VIe Congrès international d'histoire des sciences*. Amsterdam (14-21 août 1950). Vol. I. Paris, Académie internationale d'histoire des sciences, et Hermann et Cie, 1951 ; 1 vol. 25,5 cm.

Chimie physique. III. *Cinétique chimique. Structure des molécules*, par GUY EMSCHWILLER, in *Collection Euclide*. Paris, Presses universitaires de France, 1951 ; 1 vol. 19 cm (présenté par M. L. Hackspill).

Que sais-je ? L'origine des espèces, par ÉMILE GUYÉNOT. Paris, Presses universitaires de France, 1951 ; 1 vol. 17,5 cm.

Encyclopédie scientifique. La variation, par ÉMILE GUYÉNOT. Deuxième édition. Paris, G. Doin, 1950 ; 1 vol. 21 cm.

Id. — *L'hérédité*, par ÉMILE GUYÉNOT. Quatrième édition. Paris, G. Doin, 1948 ; 1 vol. 21 cm.

La théorie des particules de spin 1/2 (*Électrons de Dirac*), par LOUIS DE BROGLIE. Paris, Gauthier-Villars, 1952 ; 1 vol. 25 cm.

Actualités scientifiques et industrielles. 1154. *Exposés d'embryologie et de morphologie végétales*. XII. *Embryogénie et classification*. Quatrième fascicule : *Essai d'un système embryogénique* (*Partie spéciale : Deuxième période du système*), par RENÉ SOUÈGES. Paris, Hermann, 1951 ; 1 vol. 25,5 cm.

Géologie dauphinoise. Initiation à la géologie par l'étude des environs de Grenoble, par MAURICE GIGNOUX et LÉON MORET. Deuxième édition. Paris, Masson, 1952 ; 1 vol. 22,5 cm.

Les tubes électroniques à commande par modulation de vitesse, par R. WARNECKE et P. GUÉNARD. Préface de M. PONTE. Paris, Gauthier-Villars, 1951 ; 1 vol. 24 cm.

Traité de chimie industrielle. T. I. *Grande industrie chimique*. T. II. *Métalloïdes et métaux*. T. III. *Industries organiques*, par Paul Baud. Quatrième édition. Paris, Masson, 1951; 3 vol. 24,5 cm.

La quinidine dans les troubles cardiaques, par Harry Gold. Traduction de M. Ployé. Paris, Masson, 1951; 1 vol. 20,5 cm.

Éléments de science et de technologie du caoutchouc, publié par l'Institut français du caoutchouc, sous la direction de Jean Le Bras, avec la collaboration de Mlle M. Boucher, J.-Ch. Bongrand, G. Colin, P. Compagnon, A. Demongeot, B. Godefroy, A. Jarrijon, Ph. Lapadu-Hargues, J. Lemée, P.-H. Mensier, C. Pinazzi et P. Thirion. Préface de M. Charles Dufraisse. Paris, Société d'éditions techniques coloniales, 1951; 1 vol. 24,5 cm.

Alliance française. *Assemblée générale du* 21 *octobre* 1951. *Allocution du Président. Rapport du Secrétaire général sur la situation d'ensemble, année* 1950-1951. Paris, Au siège; fasc. 23,5 cm.

I. *Mémoire sur la propagation du mouvement dans un fluide indéfini*. II. *Sur la propagation du mouvement dans les corps et spécialement dans les gaz parfaits*, par H. Hugoniot (Mémoires publiés en 1887, 1888, 1889, réédités par le *Mémorial de l'Artillerie française*). Paris, Imprimerie nationale, 1950; 1 vol. 23 cm.

(*à suivre*).